

**DEKOLAGENASI LIMBAH TULANG PAHA AYAM KAMPUNG (*Gallus gallus domesticus*) OLEH NATRIUM HIDROKSIDA (NaOH) UNTUK
PENENTUAN KADAR KALSIUM (Ca) DAN FOSFAT (PO₄)**



Skripsi

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar Sarjana
Sains Jurusan Kimia pada Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar

Oleh:
RIZKY CYNTHIA SHANDRA
NIM: 60500111061

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN ALAUDDIN MAKASSAR**

2016

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Mahasiswa yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizky Cynthia Shandra
NIM : 60500111061
Tempat/Tgl. Lahir : Malang/ 23 Juni 1993
Jurusan/Prodi : Kimia
Fakultas/Program : Sains dan Teknologi/ S1
Alamat : Jl. Toddopuli 6 No. 123
Judul : Dekolagenasi Limbah Tulang Paha Ayam Kampung (*Gallus gallus domesticus*) oleh Natrium Hidroksida (NaOH) Untuk Penentuan Kadar Kalsium (Ca) Dan Fosfat (PO₄)

Menyatakan dengan sesungguhnya dan penuh kesadaran bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya sendiri. Jika di kemudian hari terbukti bahwa ia merupakan duplikat, tiruan, plagiat, atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Makassar, Februari 2016

Penyusun



Rizky Cynthia Shandra

NIM: 60500111061

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul **“Dekolagenasi Limbah Tulang Paha Ayam Kampung (*Gallus gallus domesticus*) oleh Natrium Hidroksida (NaOH) untuk Penentuan Kadar Kalsium (Ca) dan Fosfat (PO₄)”**, yang disusun oleh Rizky Cynthia Shandra, NIM: 60500111061, mahasiswa Jurusan Kimia pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang munaqasyah yang diselenggarakan pada hari Kamis, tanggal 18 Februari 2016 bertepatan tanggal 9 Jumadil Ula 1437 H, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dalam Ilmu Sains dan Teknologi, Jurusan Kimia (dengan beberapa perbaikan).

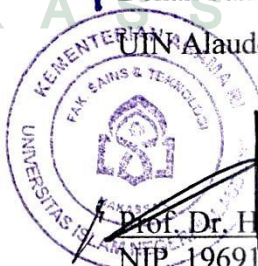
Samata-Gowa, 18 Februari 2016 M
9 Jumadil Ula 1437 H

DEWAN PENGUJI:

Ketua	: Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag	()
Sekretaris	: Sjamsiah, S.Si., M.Si., Ph.D	()
Munaqisy I	: Dra. St. Chadijah, M.Si	()
Munaqisy II	: Aisyah, S.Si., M.Si	()
Munaqisy III	: Hasyim Haddade, S.Ag., M.Ag	()
Pembimbing I	: Syamsidar HS, S.T., M.Si	()
Pembimbing II	: Suriani, S.Si., M.Si	()

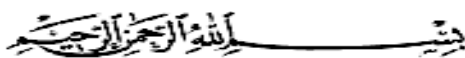
Diketahui oleh:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar.



Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag
NIP. 19691205 199303 1 001

KATA PENGANTAR



Assalamu'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatu

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah swt. atas rahmat dan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**Dekolagenasi Limbah Tulang Paha Ayam Kampung (*Gallus gallus domesticus*) oleh Natrium Hidroksida (NaOH) untuk Penentuan Kadar Kalsium (Ca) dan Fosfat (PO₄)**”. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah kepada junjungan kita nabi besar Muhammad saw. keluarga dan para sahabat beliau yang senantiasa mendorong ummatnya untuk menuntut ilmu dan mengamalkannya dengan sebaik-baiknya.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat dalam memperoleh gelar sarjana Strata 1 (S1) pada program studi Sains Kimia Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar. Penulis menyadari bahwa skripsi ini terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, sehingga penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada Orang Tua tercinta Aba Hasan Al-Mas'ud RMI dan Mama Yaya A. Hamid yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan memberikan pengorbanan yang begitu besar baik dari segi moril maupun materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini beserta pihak-pihak lain saya hormati, yaitu kepada:

1. Bapak Prof. Dr . H. Musafir Pababbari, M. Si selaku Rektor Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
2. Bapak Prof. Dr. H. Arifuddin, M. Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
3. Ibu Sjamsiah, S.Si.,M.Si.,Ph.D selaku Ketua Jurusan Kimia dan Ibu Aisyah S.Si, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.
4. Ibu Syamsidar HS, S.T.,M.Si dan Ibu Suriani S.Si.,M.Si selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan kritik dan saran yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi ini.
5. Segenap laboran Kak Ahmad Yani, S.Si, Kak Awaluddin, S.Si, Kak Fitria Azis, S.Si.,S.Pd, Kak Andi Nurahma, S.Si, Kak Ismayanti, S.Si dan Kak Nuraini, S.Si.
6. Sitti Musdalifah selaku partner/rekan saya dalam melaksanakan penelitian ini dan teman-teman tercinta Kimia angkatan 2011.
7. Adik-adik ku tercinta, Sofiah Faradilla, Abidzar Rifki Ramadhan dan Nadzirah Asyarqiah yang selalu mendoakan dan menyemangati penulis.
8. Teristimewa juga kepada semua keluarga besar yang selalu memberikan doa dan dukungannya baik dari segi moril maupun materi.

Makassar, Februari 2016

Penulis,

RIZKY CYNTHIA SHANDRA
NIM: 60500111061

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	(1-8)
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian.....	8
D. Manfaat Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	(9-32)
A. Hewan Ternak dalam Perspektif Al-Qur'an.....	9
B. Ayam Kampung	14
C. Tulang.....	16
D. Tulang Ayam.....	18
E. Protein Kolagen.....	20
F. Dekolagenasi	23
G. Hidrolisis Basa oleh NaOH.....	25
H. Kalsium (Ca)	27
I. Fosfor (P).....	29
J. Instrumen.....	30
1. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).....	30
2. Spektrofotometer UV-Vis	31

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	(33-37)
A. Waktu dan Tempat	33
B. Alat dan Bahan	33
1. Alat	33
2. Bahan	33
C. Prosedur Kerja	34
1. Proses Dekolagenasi dan Pembuatan Tepung Tulang	34
2. Destruksi Basah dan Pembuatan Larutan Sampel	35
3. Penentuan Kadar Kalsium (Ca)	35
4. Penentuan Kadar Fosfat (PO ₄)	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	(38-47)
A. Hasil Penelitian	38
1. Tabel dan Grafik Pengamatan Kalsium (Ca)	38
2. Tabel dan Grafik Pengamatan Fosfat (PO ₄)	40
B. Pembahasan	42
1. Preparasi Sampel	43
2. Proses Dekolagenasi	43
3. Proses Destruksi	46
BAB V PENUTUP	(48-49)
A. Kesimpulan	48
B. Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	(50-53)
DAFTAR LAMPIRAN	(54-82)

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1.Dekolagenasi Oleh Larutan KOH	6
1.2.Dekolagenasi Oleh Larutan NaOH.....	6
2.1. Klasifikasi Ilmiah Ayam Kampung	16
2.2.Komposisi Tulang Normal.....	17
2.3.Komposisi Tulang Ayam	19
2.4.Sifat Fisika Kimia NaOH.....	25
4.1.Absorbansi Larutan Standar Kalsium (Ca)	38
4.2.Kadar Larutan Sampel Kalsium (Ca) Pada Tulang Paha Ayam Kampung	39
4.3.Absorbansi Larutan Standar Fosfat (PO ₄)	40
4.4.Kadar Larutan Sampel Fosfat (PO ₄) Pada Tulang Paha Ayam Kampung.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Ayam Kampung (<i>Gallus gallus domesticus</i>)	15
2.2. Tulang Ayam	18
4.1 Grafik Larutan Standar Kalsium (Ca).....	39
4.2 Grafik Larutan Standar Fosfat (PO ₄)	41
4.3 Kolagen yang Terbentuk/yang Keluar	45



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema Penelitian.....	54
2. Proses Dekolagenasi dan Pembuatan Tepung Tulang Ayam Broiler	55
3. Destruksi Basah dan Pembuatan Larutan Sampel.....	56
4. Penentuan Kadar Kalsium (Ca).....	57
5. Penentuan Kadar Fosfat (PO_4)	58
6. Pembuatan Larutan Induk Kalsium (Ca) 1000 mg/L.....	59
7. Pembuatan Larutan Standar Kalsium (Ca).....	60
8. Penentuan Nilai Slope, Intersep, Persamaan Garis Lurus, Konsentrasi dan Nilai Regresi pada Kalsium (Ca)	62
9. Pembuatan Larutan Induk Fosfat (PO_4) 1000 mg/L	67
10. Pembuatan Larutan Baku 100 mg/L dan Larutan Baku 10 mg/L	68
11. Pembuatan Larutan Standar Fosfat (PO_4)	69
12. Penentuan Nilai Slope, Intersep, Persamaan Garis Lurus, Konsentrasi dan Nilai Regresi pada Fosfat (PO_4)	71
13. Gambar Dokumentasi Penelitian	76

ABSTRAK

Nama : Rizky Cynthia Shandra
NIM : 60500111061
Judul : Dekolagenasi Limbah Tulang Paha Ayam Kampung (*Gallus gallus domesticus*) oleh Natrium Hidroksida (NaOH) untuk Penentuan Kadar Kalsium (Ca) dan Fosfat (PO₄)

Tulang ayam merupakan salah satu limbah domestik di Indonesia yang penanganannya masih kurang. Limbah tulang ayam mengandung mineral esensial seperti kalsium dan fosfor yang dapat dimanfaatkan kembali. Kalsium dan fosfor dari tulang ayam dapat diperoleh melalui beberapa proses kimia salah satunya adalah dekolagenasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui waktu optimal dekolagenasi terhadap tingkat kandungan kalsium dan fosfat tulang paha ayam kampung yang akan diukur menggunakan alat Spektrofotometer serapan atom (SSA) dan Spektrofotometer UV-Vis. Penelitian yang dilakukan menggunakan variasi waktu perendaman yang berbeda yaitu 48 jam, 72 jam dan 96 jam dengan larutan NaOH 4%. Fokus penelitian adalah peningkatan kadar kalsium (Ca) dan fosfat (PO₄) setelah proses dekolagenasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dekolagenasi tidak berpengaruh besar terhadap tingkat kadar kalsium (Ca) dan dekolagenasi tidak berpengaruh terhadap tingkat kadar fosfat (PO₄).

Kata Kunci : dekolagenasi, kolagen, tulang ayam, NaOH, kalsium, fosfat.

ABSTRACT

Name : Rizky Cynthia Shandra
NIM : 60500111061
Title : Decollagenation of the Waste of Organic Chickens (*Gallus gallus domesticus*) Femur by Sodium Hydroxide (NaOH) to Determine Calcium (Ca) and Phosphate (PO₄) Level

Chicken bone is one of the less-handled domestic waste in Indonesia. Chicken bone waste contains essential minerals such as Calcium and Phosphate that can be reused. Calcium and Phosphate in chicken bone can be derived by several chemical process which one of them is decollagenation. This research aims to determine the optimal time of decollagenation toward levels of Calcium and Phosphate in organic chicken femur by using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) and Spectrophotometer UV-Vis. In this research, the bones were soaked in 4% liquid Sodium Hydroxide with soaking time variation such as 48 hours, 72 hours, and 96 hours. Focus of this research are increased levels of Calcium and Phosphate after decollagenation. The result shows that decollagenation is positive to increased levels of Calcium (Ca) while negative to increased levels of Phosphate (PO₄).

Keyword : Decollagenation, Collagen, Chicken bone, NaOH, Calcium, Phosphate.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Mengonsumsi makanan bergizi adalah salah satu kebutuhan manusia yang patut dilakukan. Hal ini disebabkan makanan bergizi mampu menyeimbangkan kebutuhan nutrisi tubuh sehingga tubuh menjadi lebih sehat. Nutrisi tubuh dapat terpenuhi dari berbagai jenis makanan yang kaya akan vitamin, mineral, zat besi dan lain-lain. Salah satu jenis makanan yang kaya akan nutrisi adalah ayam. Semua bagian tubuh ayam memberikan banyak keuntungan bagi tubuh manusia, mulai dari daging ayam yang kaya akan protein hingga tulangnya sekalipun yang banyak mengandung kalsium dan fosfor untuk kesehatan tulang manusia. Selain karena alasan kesehatan, semua hasil olahan masakan daging ayam juga mempunyai cita rasa yang lezat sehingga daging ayam menjadi salah satu makanan favorit di Indonesia. Adanya desakan kebutuhan ini mengakibatkan semakin meningkatnya konsumsi daging ayam setiap tahunnya.

Peningkatan konsumsi daging ayam juga terjadi karena semakin padatnya jumlah penduduk Indonesia. Ini artinya semakin banyak masyarakat Indonesia yang menjadikan daging ayam sebagai makanan bergizi. Hal ini tentu saja baik bagi kesehatan dan memberikan keuntungan serta dampak positif bagi para peternak ayam. Namun, disisi lain juga terdapat dampak negatif yang dihasilkan salah satunya adalah sisa-sisa makanan daging ayam yang tentunya menambah pasokan sampah yang ada di Indonesia. Apabila dijumlahkan sampah-sampah yang dihasilkan berdasarkan jumlah penduduk Indonesia, tentu saja hasilnya akan sangat mencengangkan.

Sisa-sisa makanan dari daging ayam yang paling banyak adalah bagian tulang. Strukturnya yang keras menjadi alasan utama kenapa tulang ayam jarang dikonsumsi manusia. Hingga sekarang, pemanfaatan tulang ayam pun masih sangat minim akibatnya, tidak ada pilihan lain selain tulang ini dibuang sebagai sampah atau limbah. Hal ini kemudian menjadi tugas bagi pemerintah dan masyarakat tentang bagaimana hal ini dapat diatasi agar pasokan sampah di Indonesia tidak bertambah dengan adanya limbah tulang ayam. Limbah tulang ayam ini dapat diolah sehingga masih dapat dimanfaatkan kembali.

Allah swt. menerangkan dalam surrah al-Mu'minun/23/21 yang berbunyi:

وَإِنَّ لَكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً ۚ نُسْقِيكُمْ مِمَّا فِي بُطُونِهَا وَلَكُمْ فِيهَا مَنَافِعُ كَثِيرَةٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ ﴿٢١﴾

Terjemahnya:

*“Dan Sesungguhnya pada binatang-binatang ternak, benar-benar terdapat pelajaran yang penting bagi kamu, kami memberi minum kamu dari air susu yang ada dalam perutnya, dan (juga) pada binatang-binatang ternak itu terdapat faedah yang banyak untuk kamu, dan sebagian daripadanya kamu makan”.*¹

Berdasarkan ayat di atas banyak nikmat yang patut disyukuri dan dijadikan pelajaran dari hadirnya hewan ternak. Allah memberikan petunjuk, pertama “kami memberi kamu minum dari air susu yang ada dalam perutnya”, yaitu susu segar dari hewan tersebut yang dapat dimanfaatkan oleh manusia, baik secara langsung dengan meminumnya maupun secara tidak langsung yaitu dengan mengolahnya menjadi berbagai jenis bahan makanan sehingga manusia mendapatkan penghasilan darinya.

¹Departemen Agama RI, *Al-Hikmah Al-Quran Dan Terjemahnya* (Bandung: Penerbit Diponegoro, 2007), h. 343.

Kedua “*dan (juga) pada binatang-binatang ternak itu terdapat faedah yang banyak untuk kamu*”, yaitu manfaat berupa tanduk, bulu, kulit, tulang dan sebagainya dimana manusia dapat menjadikannya sebagai alas, pakaian, perhiasan dan lainnya. Ketiga “*dan sebagian daripadanya kamu makan*”, yang didapatkannya sebagian manfaat dari hewan-hewan tersebut misalnya mengomsumsi daging binatang ternak setelah disembelih. Dengan demikian manusia bisa mendapatkan banyak manfaat dari hewan-hewan tersebut, baik ketika masih hidup ataupun setelah mati.²

Jauh sebelum ini, pada masa nabi Muhammad saw., limbah atau sisa-sisa tulang hewan ternak banyak digunakan masyarakat sebagai benda tajam yang dapat membantu aktivitas kehidupan sehari-hari. Bahkan tulang hewan ternak juga digunakan sebagai alat bantu pada saat sahabat-sahabat nabi berperang melawan kaum Yahudi. Selain itu, pada masa pengumpulan ayat-ayat suci al-Quran, tulang hewan ternak digunakan sebagai alat untuk tulis-menulis, hal ini seperti diterangkan dalam hadis riwayat Al-Bukhari, *Zaid ibn Tsabit berkata : Aku mencari ayat-ayat al-Qur'an yang aku kumpulkan/tulis pada batu dan pelepah kurma dan pada hafalan-hafalan para sahabat*”. Lebih lanjut dijelaskan oleh Syeikh Abu Abdullah Az-Zanjani berkata dalam kitabnya *Tarikh al-Qur'an* : “*Tulisan ayat-ayat al-Qur'an itu mereka tulis pada pelepah korma, batu, kulit dan kadang-kadang pada kain sutra, kulit yang telah dimasak dan tulang-tulang unta*”. Menurut kebiasaan bangsa Arab menulis pada benda-benda tersebut, dan benda-benda yang telah ditulis itu dinamainya dengan *Shuhuf*’.³

²Maman Abdurrahman, dkk, *Tafsir Al-Quran Hijaz The Practice* (Bandung: Syaamil Quran, 2011), h. 684.

³Abu Abdullah Az-Zanjani dan Allamah M.H. Thabathaba'i, *Tarikh Al-Quran Mengungkap Rahasia Al-Quran* (Bandung: PT. Mizan Pustaka, 2009), h. 325-326.

Secara strukturalnya, tulang ayam tidak lain hanyalah batang-batang tubuh yang sangat keras. Akan tetapi, jika ditinjau dari kandungan apa yang dimiliki, tulang ayam kaya akan mineral antara lain kalsium dan fosfor. Ayat diatas menerangkan bahwa Allah jelas meyakini hambanya bahwa sesuatu dari hewan ternak dapat menjadi bahan pelajaran yang dapat diambil manfaat besar dari padanya. Kalsium dan fosfor yang ada pada tulang ayam dapat di manfaatkan sebagai kebutuhan nutrisi tulang dan lain-lain. Dari ayat ini, bisa disimpulkan bahwa apa yang diciptakan Allah satupun tidak ada yang sia-sia. Semua ciptaan-Nya memiliki fungsi dan kegunaan masing-masing. Bahkan limbah seperti tulang ayam sekalipun dapat dimanfaatkan. Salah satunya sebagai bahan pembelajaran yang apabila dikaji dan diteliti lebih lanjut maka akan banyak ilmu pengetahuan yang dapat diperoleh.

Tulang memiliki kandungan kalsium dan fosfor yang melimpah. Pada tulang ayam komponen kalsium terdapat sekitar 23-40% sedangkan komponen fosfor terdapat sekitar 12-15%.⁴ Jenis mineral ini sangat banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Iwan Dwi Atmoko, fosfat pada tulang dapat dimanfaatkan untuk membuat pupuk buatan sedangkan kalsium untuk komponen porselen, lemaknya dapat dimanfaatkan untuk membuat lilin dan sabun.⁵ Dengan adanya pemanfaatan ini tidak menutup kemungkinan bahwa selain yang tersebut diatas, kalsium dan fosfor masih dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan lain, misalnya untuk kebutuhan penunjang nutrisi makanan, minuman dan lain-lain.

⁴M. Rasyaf, *Bahan Makanan Unggas di Indonesia* (Jakarta: Penerbit Kanisius, 1990).

⁵Iwan Dwi Atmoko dan Ratri Dwi Pangestuti, "Produksi Gelatin dari Tulang Sapi dengan Proses Hidrolisa", *Skripsi* (Semarang: Universitas Diponegoro, 2011): h. 2-3.

Kalsium berperan dalam pembentukan tulang dan gigi. Kebutuhan akan kalsium harus dipenuhi karena mineral ini adalah salah satu mineral esensial yang sangat diperlukan tubuh. Kekurangan mineral kalsium tentu akan berdampak buruk bagi pembentukan tulang dan gigi. Fungsi dan kerja dari keduanya akan tidak berjalan maksimal. Tulang bisa jadi mudah mengalami pembengkokan bahkan hingga mengalami kerapuhan (osteoporosis) dan gigi dapat mudah patah akibat strukturnya yang kurang kuat.

Fosfor merupakan salah satu mineral yang juga sangat dibutuhkan tubuh. Selain itu, fosfor juga dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan suatu produk dalam bidang industri. Menurut Feri Hadiyanto, fosfor dapat dimanfaatkan dalam pembuatan pupuk, bahan peledak, korek api, kembang api, pestisida, odol dan deterjen.⁶

Kolagen merupakan golongan protein yang amat serupa, dengan beberapa variasi pada strukturnya, tergantung pada fungsi anatomis dan spesies sumber.⁷ Limbah tulang ayam yang mengandung kalsium dan fosfor harus melewati beberapa proses pengolahan agar kalsium dan fosfor tersebut dapat dimanfaatkan kembali. Pengolahan secara kimia adalah pengolahan yang paling sering digunakan. Pengolahan ini dilakukan melalui tahap dekolagenasi. Kolagen dihilangkan dengan tujuan untuk dapat menghasilkan kalsium dan fosfor yang tinggi. Pada proses dekolagenasi digunakan larutan basa untuk mempercepat proses penghilangan kolagen pada tulang ayam.

⁶Feri Hadiyanto, "Optimasi Pereaksi Amonium Molibdat Pada Penetapan Kadar Fosfor Secara Spektrofotometer Sinar Tampak Dengan Metode Respon Permukaan", *Skripsi* (Medan: Universitas Sumatra Utara, 2009): h. 10.

⁷Abubakar Sidik Katili, "Struktur dan Fungsi Protein Kolagen", *Jurnal Pelangi Ilmu* 2, no. 5 (2009): h. 22.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Intan Mayasaroh, jenis alkali yang digunakan untuk proses dekolagenasi limbah tulang ayam adalah Kalium Hidroksida (KOH). Konsentrasi yang digunakan adalah KOH 2% dan KOH 4% dengan lama perendaman selama 24 jam dan 48 jam. Hasil penelitian yang diperoleh sebagai berikut:⁸

Tabel 1.1 Dekolagenasi Oleh Larutan KOH

Konsentrasi KOH	Parameter Mineral	Waktu Perendaman	
		24 Jam	48 Jam
2 %	Kalsium	17,91%	18,53%
	Fosfor	8,87%	9,26%
4 %	Kalsium	19,50%	24,73%
	Fosfor	9,18%	9,81%

Pada penelitian yang berkaitan dengan dekolagenasi limbah tulang ayam juga dilakukan oleh Wiwin Winarsih, jenis alkali yang digunakan sebagai sumber basa adalah natrium hidroksida (NaOH), konsentrasi larutan natrium hidroksida (NaOH) yang digunakan adalah NaOH 2% dan NaOH 4% dengan variasi waktu perendaman selama 24 jam dan 48 jam. Hasil penelitian yang diperoleh sebagai berikut: ⁹

Tabel 1.2 Dekolagenasi Oleh Larutan NaOH

Konsentrasi NaOH	Parameter Mineral	Waktu Perendaman	
		24 Jam	48 Jam
2 %	Kalsium	20,02%	20,51%
	Fosfor	9,86%	10,55%
4 %	Kalsium	24,52%	25,59%
	Fosfor	11,63%	12,57%

⁸Intan Mayasaroh dkk, "Dekolagenasi, Kandungan Kalsium dan Fosfor Limbah Tulang Ayam oleh Larutan KOH", *Jurnal Peternakan* (2012): h. 1

⁹Wiwin Winarsih dkk, "Pengaruh Perendaman Limbah Tulang Ayam menggunakan NaOH terhadap Tingkat Dekolagenasi, Kandungan Kalsium dan Fosfor", *Jurnal Peternakan* (2012): h. 2.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Intan Mayasaroh dan Wiwin Winarsih, jika dibandingkan dari hasil keduanya jelas terlihat bahwa hasil penelitian dari Wiwin Winarsih yang menggunakan larutan basa NaOH untuk proses dekolagenasi memiliki kandungan kalsium dan fosfor lebih tinggi dibandingkan kandungan kalsium dan fosfor yang diperoleh Intan Mayasaroh dalam penelitiannya yang menggunakan larutan basa KOH. Hal ini dapat dijadikan landasan penelitian lanjutan, NaOH dapat dipilih sebagai larutan basa untuk proses dekolagenasi.

Adanya pemanfaatan mineral yang ada pada tulang ayam, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui seberapa banyak kandungan mineral kalsium dan fosfor yang terdapat dalam tulang ayam setelah proses dekolagenasi oleh larutan basa NaOH 4% dengan menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dan Spektrofotometer UV-Vis. Sampel yang digunakan yaitu limbah tulang paha ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*).

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Berapa kadar kalsium (Ca) yang terdapat dalam limbah tulang paha ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*) yang diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)?
2. Berapa kadar fosfat (PO_4) yang terdapat dalam limbah tulang paha ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*) yang diukur menggunakan Spektrofotometer UV-Vis?
3. Bagaimana pengaruh variasi waktu perendaman tulang paha ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*) dengan natrium hidroksida (NaOH) terhadap kadar kalsium (Ca) dan fosfat (PO_4)?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menentukan kadar kalsium (Ca) yang terdapat dalam limbah tulang paha ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*) yang diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).
2. Untuk menentukan kadar fosfat (PO_4) yang terdapat dalam limbah tulang paha ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*) yang diukur menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.
3. Untuk mengetahui pengaruh variasi waktu perendaman tulang paha ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*) dengan natrium hidroksida (NaOH) terhadap kadar kalsium (Ca) dan fosfat (PO_4).

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi kepada pembaca tentang:

1. Kadar kalsium (Ca) yang terdapat dalam limbah tulang paha ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*) yang diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).
2. Kadar fosfat (PO_4) yang terdapat dalam limbah tulang paha ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*) yang diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).
3. Pengaruh variasi waktu perendaman tulang paha ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*) dengan natrium hidroksida (NaOH) terhadap kadar kalsium (Ca) dan fosfat (PO_4).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hewan Ternak Dalam Perspektif Al-Quran

Masyarakat pada umumnya mengenal hewan ternak berdasarkan pada manfaat dan fungsinya. Hewan ternak seperti ayam, bebek dan itik dipelihara guna untuk menghasilkan daging dan juga telurnya, sedangkan hewan ternak lainnya seperti sapi biasanya dipelihara guna untuk diambil daging dan susunya. Namun, jika ditinjau berdasarkan pada perspektif al-Quran, Allah swt. telah menjelaskan perkara hewan ternak bukan hanya sebatas hewan ternak seperti ayam maupun sapi. Didalam al-Quran, hewan ternak dijelaskan secara luas dengan berbagai pandangan. Allah swt. pun menjelaskan dari apa hewan ternak itu diciptakan. Dalam QS. al-Nur/24/45 dijelaskan bahwa hewan ternak diciptakan dari air:

وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ فَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى بَطْنِهِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى رِجْلَيْنِ
وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى أَرْبَعٍ تَخْلُقُ اللَّهُ مَا يَشَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَلَى كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ

Terjemahnya:

“Dan Allah menciptakan semua jenis hewan dari air, maka sebagian ada yang merayap diatas perutnya dan sebagian berjalan dengan kaki sedang sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang Dia kehendaki. Sungguh, Allah maha kuasa atas segala sesuatu”.¹

Pada ayat ini Allah menjelaskan tentang asal mula hewan diciptakan dari berbagai pandangan. Tafsiran yang dapat ditarik dari ayat diatas diantaranya (Dan

¹Syamsul Rijal Hamid, *Buku Pintar Ayat-Ayat Al-Quran Edisi Revisi* (Jakarta: PT Bhuna Ilmu Populer, 2014), h. 306.

Allah telah menciptakan semua jenis hewan) maksudnya makhluk hidup (dari air) yakni air mani (maka sebagian dari hewan itu ada yang berjalan di atas perutnya) seperti ulat dan binatang melata lainnya (dan sebagian berjalan dengan dua kaki) seperti manusia dan burung (sedangkan sebagian yang lain berjalan dengan empat kaki) seperti hewan liar dan hewan ternak. (Allah menciptakan apa yang dikehendaki-Nya, sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu).

Hewan ternak dalam perspektif al-Quran terbagi dalam beberapa penjelasan berdasarkan manfaat dan fungsinya, diantaranya:²

1. Hewan ternak diciptakan untuk manusia

Hewan ternak diciptakan untuk manusia dijelaskan dalam QS. al-Nahl/16/5 yang berbunyi:

وَاللّٰهُمَّ خَلَقَهَا لَكُمْ فِيْهَا دِفْءٌ وَمَنْفَعٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُوْنَ

Terjemahnya:

“Dan hewan ternak diciptakan-Nya untuk kamu, padanya ada (bulu) yang menghangatkan dan berbagai manfaat, dan sebagiannya kamu makan”.

Allah menegaskan bahwa hewan ternak yang telah diciptakan tidak lain untuk umat manusia karena hewan ternak memiliki berbagai manfaat. Penafsiran dari ayat ini yaitu (Dan binatang ternak) yakni unta, sapi dan kambing. Lafal *al-an`aam* dibaca *nashab* karena dinashabkan oleh *fi`il* yang diperkirakan keberadaannya lalu *fi`il* tersebut ditafsirkan atau dijelaskan oleh lafal berikut ini, yaitu: (Dia telah menciptakannya untuk kalian) sebagian dari manusia (padanya ada kehangatan) yaitu bulu dan kulitnya dapat dibuat pakaian dan selimut untuk penghangat tubuh kalian (dan berbagai manfaat) yaitu dari anak-anaknya, air

²Syamsul Rijal Hamid, *Buku Pintar Ayat-Ayat Al-Quran Edisi Revisi*, h. 306-308.

susunya dan dapat dijadikan sebagai kendaraan (dan sebagiannya kalian makan) *zharaf* didahulukan karena untuk tujuan *fashilah*.

2. Hewan ternak untuk disembelih

Hewan ternak untuk disembelih dijelaskan dalam QS. al-An'am/6/142 yang berbunyi:

وَمِنْ الْأَنْعَامِ حَمُولَةٌ وَفَرَشَاتٌ كُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوتِ الشَّيْطَانِ
إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُبِينٌ

Terjemahnya:

"Dan diantara hewan-hewan ternak itu ada yang dijadikan pengangkut beban, dan ada (pula) yang untuk disembelih".

Pada ayat ini Allah menerangkan hewan ternak yang dapat dimanfaatkan untuk disembelih. Penjelasan melalui tafsiran diantaranya (Dan) Dia menjadikan (di antara binatang ternak itu sebagai kendaraan angkutan) yaitu layak untuk mengangkut barang-barang, seperti unta yang sudah dewasa (dan sebagai binatang sembelihan) yang tak layak untuk dijadikan angkutan, seperti unta yang masih muda dan kambing. Ia dinamakan *farsy*/hamparan karena ia mirip dengan hamparan tanah mengingat ia sangat dekat dengannya. (Makanlah dari rezeki yang telah diberikan Allah kepadamu dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah setan) jalan setan di dalam masalah pengharaman dan penghalalan. (Sesungguhnya setan itu musuh yang nyata bagimu) yang jelas permusuhannya.

3. Hewan ternak untuk angkutan

Hewan ternak untuk angkutan dijelaskan dalam QS. al-Nahl/16/8 yang berbunyi:

وَالْخَيْلَ وَالْبِغَالَ وَالْحَمِيرَ لِتَرْكَبُوهَا وَزِينَةً وَتَخْلُقُ مَا لَا تَعْلَمُونَ

Terjemahnya:

“Dan (Dia telah menciptakan) kuda, bagal dan keledai untuk kamu tunggangi dan (menjadi) perhiasan. Allah menciptakan apa yang tidak kamu ketahui”.

Hewan ternak sebagai alat pengangkut atau transportasi dijelaskan dalam ayat diatas dengan penjelasan (Dan) Dia telah menciptakan (kuda, bighal dan keledai agar kalian menungganginya dan menjadikannya sebagai perhiasan) lafal *ziinatan* menjadi *maful lah*. Disebutkannya kedua *illat* itu, yaitu untuk ditunggangi dan dianggap sebagai perhiasan hal ini sama sekali tidak bertentangan dengan manfaat lain yang ada padanya. Seperti halnya pada kuda, selain dapat ditunggangi dan dijadikan perhiasan dagingnya dapat dimakan, hal ini telah ditetapkan berdasarkan hadis kitab Sahih Bukhari dan Muslim. (Dan Allah menciptakan apa yang kalian tidak mengetahuinya) berupa hal-hal yang aneh dan menakjubkan.

4. Perintah menggembalakan hewan

Perintah menggembalakan hewan dijelaskan Allah dalam QS. Taha/20/54 yang berbunyi:

كُلُوا وَارْعَوْا أَنْعَامَكُمْ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَبْصَارِ

Terjemahnya:

“Makanlah dan gembalakanlah hewan-hewanmu. Sungguh pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal”.

Allah juga menjelaskan tentang hewan-hewan ternak apasaja yang masuk dalam cakupan ayat ini. Berdasarkan penafsirannya (Makanlah) daripadanya

(dan gembalakanlah ternak kalian) di dalamnya. Lafal *An'am* adalah bentuk jamak dari lafal *Ni'amun*, yang artinya mencakup unta, sapi dan kambing. Dikatakan, *Ru'tul An'aama* atau aku menggembalakan ternak dan *Ra'aituhaa* atau aku telah menggembalakannya. Pengertian yang terkandung di dalam perintah ini menunjukkan makna *ibahah* atau boleh dan sekaligus sebagai pengingat akan nikmat-nikmat-Nya. (Sesungguhnya pada yang demikian itu) yakni pada hal-hal yang telah disebutkan dalam ayat ini (terdapat tanda-tanda) pelajaran-pelajaran (bagi orang-orang yang berakal) lafal *Nuhaa* adalah bentuk jamak dan lafal *Nuhyah*, wazannya sama dengan lafal *Ghurfah* yang jamaknya *Ghuraf*. Akal dinamakan dengan istilah ini, karena dapat mencegah pemiliknya dari melakukan perbuatan-perbuatan yang buruk.

5. Hewan ternak sebagai pelajaran

Hewan ternak sebagai pelajaran dijelaskan dalam QS. Al-Nahl/16/66 yang berbunyi:

وَإِنَّ لَكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً ۚ نُسْقِيكُمْ مِمَّا فِي بُطُونِهِۦ مِنْ بَيْنِ فَرْثٍ وَدَمٍ لَبَنًا خَالِصًا س

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

لِّلشَّارِبِينَ ﴿٦٦﴾

Terjemahnya:

“Dan sungguh pada hewan ternak itu benar-benar terdapat pelajaran bagi kamu. Kami memberimu minum dari apa yang ada dalam perutnya (berupa) susu murni antara kotoran dan darah yang mudah ditelan bagi orang yang meminumnya”.

Selain penggolongan hewan ternak yang telah disebutkan sebelumnya, Allah juga menjelaskan tentang hewan ternak sebagai pelajaran dengan penafsiran diantaranya (Dan sesungguhnya pada binatang ternak itu benar-benar terdapat pelajaran bagi kalian) bahan pelajaran. (Kami memberi kalian minum)

lafal ini berfungsi sebagai penjelas daripada pengertian pelajaran tadi (daripada apa yang berada dalam perutnya) dalam perut binatang ternak itu (di) huruf *min* di sini menunjukkan makna *ibtida* dan *bertaalluq* kepada lafal *nusqikum* (antara kotoran) yakni lemak ususnya (dan darah berupa air susu yang bersih) sedikit pun tidak bercampur kotoran dan darah baik dari segi rasa, bau atau warnanya atau campuran di antara keduanya (yang mudah ditelan bagi orang-orang yang meminumnya) lewat dengan mudah di tenggorokan mereka dan tidak sulit untuk ditelan.

B. Ayam Kampung

Ayam merupakan unggas penghasil daging yang sangat populer di masyarakat Indonesia saat ini. Hal ini karena usaha peternakan ayam masih merupakan sektor kegiatan yang paling cepat dan paling efisien untuk memenuhi kebutuhan daging bagi masyarakat. Faktor penyebabnya antara lain permodalan yang relatif kecil, perputaran modal relatif lebih cepat, penggunaan lahan yang tidak terlalu luas, dan laju pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan ternak lain.³ Telur dan daging jenis unggas ini membantu menyediakan sumber protein hewani dan memperkecil kesenjangan permintaan dan penyediaan sumber protein hewani tersebut.⁴ Pada umumnya masyarakat memelihara ayam sebagai sumber pangan keluarga. Daging dan telur ayam bagi masyarakat merupakan panganan komplemen atau bisa merupakan panganan khusus.⁵

³Wiesje Martha Horhoruw, "Ukuran Saluran Reproduksi Ayam Petelur Fase Pullet Yang Diberi Pakan Campuran Rumput Laut (*Gracilaria edulis*)", *Jurnal Ilmu Ternak dan Tanaman* 2, no. 2 (2012): h. 75.

⁴Soedomo Reksohadiprodjo, *Pengantar Ilmu Peternakan Tropik* (Yogyakarta: BPFE, 1995), h. 226.

⁵Sofjan Iskandar, *Seri Peningkatan Manfaat Sumber daya Genetik Ternak Usahatani Ayam Kampung* (Bogor: Balai Penelitian Ternak Ciawi, 2010), h. 1.

Ayam kampung adalah sebutan di Indonesia bagi ayam peliharaan yang tidak ditangani dengan cara budidaya massal komersial serta tidak berasal-usul dari galur atau ras yang dihasilkan untuk kepentingan komersial tersebut. Ayam kampung tidak memiliki istilah ayam kampung petelur ataupun pedaging. Hal ini disebabkan ayam kampung bertelur sebagaimana halnya bangsa unggas dan mempunyai daging selayaknya hewan pada umumnya.⁶



Gambar 2.1 Ayam Kampung (*Gallus gallus domesticus*)

(Sumber:http://ms.wikipedia.org/wiki/ayam_kampung)

Ayam kampung merupakan salah satu jenis ternak unggas yang telah memasyarakat dan tersebar di seluruh pelosok nusantara. Bagi masyarakat Indonesia, ayam kampung sudah bukan hal asing. Istilah "*Ayam kampung*" semula adalah kebalikan dari istilah "*ayam ras*", dan sebutan ini mengacu pada ayam yang ditemukan berkeliaran bebas di sekitar perumahan. Namun, semenjak dilakukan program pengembangan, pemurnian, dan pemuliaan beberapa ayam lokal unggul, saat ini dikenal pula beberapa ras unggul ayam kampung. Untuk membedakannya kini dikenal istilah ayam buras (singkatan dari "*ayam bukan ras*") bagi ayam kampung

⁶M. Rasyaf, *Produksi dan Pemberian Pakan Unggas* (Yogyakarta: Kanisius, 1992), h. 42-50.

yang telah diseleksi dan dipelihara dengan perbaikan teknik budidaya (tidak sekadar diumbar dan dibiarkan mencari makan sendiri).⁷

Ayam kampung memiliki nama ilmiah *Gallus domesticus* dan memiliki nama trinomial *Gallus gallus domesticus*. Berikut klasifikasi ilmiah ayam kampung secara umum:

Tabel 2.1 Klasifikasi Ilmiah Ayam Kampung⁸

Kerajaan	Animalia
Filum	Chordata
Kelas	Aves
Ordo	Galliformes
Famili	Phasianidae
Genus	<i>Gallus</i>
Spesies	<i>G. gallus</i>
Upaspesies	<i>G. g. domesticus</i>

C. Tulang

Matriks-matriks ekstraselular dari jaringan keras tulang tersusun atas fasa-fasa anorganik dan organik, fasa anorganik utama tersusun dari kristal-kristal hidroksiapatit (HA), dan fasa organik terutama terdiri atas kolagen dan sejumlah kecil senyawa lain termasuk glycosaminoglycans (GAGs), proteoglycans dan glikoprotein. Secara kimiawi komposisi penyusun tulang pada basis berat, terdiri dari kurang lebih 69% anorganik, 22% organik, dan 9% air. Sedangkan basis volume yaitu 40% anorganik, 35% organik, dan 25% air. Fasa organik utama dari tulang adalah kolagen (90% berat) seperti ditunjukkan dalam tabel berikut:

⁷B. Sarwono, *Berternak Ayam Buras* (Jakarta: Penebar Swadaya, 1995), h. 243-244.

⁸“Ayam Kampung” *Wikipedia the Free Encyclopedia*, <http://ms.wikipedia.org/wiki/ayamkampung>, 8 Mei 2015.

Tabel 2.2 Komposisi Tulang Normal⁹

Komponen	Jumlah (% Berat)
Hidroksiapatit (HA)	69
Matrik Organik	22
Kolagen	90-96
Lain-Lain	4-10
Air	9

Fasa utama anorganik dari tulang adalah sebuah mineral garam kristalin yang merupakan kalsium fosfat dan sering kali diidealkan sebagai hidroksiapatit yang juga disebut hidroksiapatit. Sedangkan fasa anorganik selain hidroksiapatit adalah garam-garam dari natrium, magnesium, kalium, klor, flour, dan sitrat dalam jumlah yang bervariasi.¹⁰

Tulang mengandung kalsium (Ca) dan fosfor (P) yang relatif konstan. Garam kalsium dan fosfor yang terdapat dalam tulang dideposit dalam jaringan matriks lunak yang terdiri dari bahan organik mengandung serat kolagen dan gel mukopolisakarida. Oleh karena itu kurang bermanfaat apabila diberikan pada ternak tanpa dilakukan pengolahan.¹¹

⁹Darmayanto, "Penggunaan Serbuk Tulang Ayam Sebagai Penurun Intensitas Warna Air Gambut", *Tesis* (Medan: Universitas Sumatra Utara, 2009): h. 48.

¹⁰Darmayanto, "Penggunaan Serbuk Tulang Ayam Sebagai Penurun Intensitas Warna Air Gambut", h. 48.

¹¹G.W Piliang, *Nutrisi Mineral* Edisi ke 4. ISBN 979-493-047-4 (Bogor: Isnstitut Pertanian Bogor, 2001), h. 78.

D. Tulang Ayam



Gambar 2.2 Tulang Ayam

Tulang merupakan sumber utama mineral esensial seperti kalsium dan fosfor, tetapi sampai saat ini pemanfaatannya masih sangat terbatas untuk campuran pupuk, makanan ternak, lem dan gelatin. Akibatnya banyak tulang yang terbuang begitu saja sebagai limbah yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Penyusunan tulang terdiri dari senyawa organik dan senyawa anorganik. Senyawa organik dalam tulang terdiri atas protein dan polisakarida sedangkan senyawa anorganik dalam tulang terdiri dari garam-garam fosfat dan karbonat. Komposisi tulang bervariasi tergantung pada umur hewan, status dan kondisi makanannya dimana tulang yang normal mengandung kadar air 45%, lemak 10%, protein 20% dan abu 25%.¹²

Pada tulang ayam banyak mengandung kalsium (Ca) dan fosfor (P) sehingga tulang memiliki potensi sebagai sumber mineral. Garam kalsium dan fosfor yang terdapat dalam tulang dideposit dalam jaringan matriks lunak yang terdiri dari bahan

¹²Rina Mulyaningsih, "Pemanfaatan Tepung Tulang Ayam (Tta) Untuk Meningkatkan Kadar N, P dan K pada Pupuk Organik Cair Industri Limbah Tahu", *Skripsi* (Semarang: Universitas Negeri Semarang, 2013): h. 11-12.

organik yang mengandung serat kolagen dan glikomukopolisakarida. Oleh karena itu, perlu adanya pengolahan agar dapat dimanfaatkan lebih lanjut.¹³

Tabel 2.3 Komposisi Tulang Ayam¹⁴

No.	Komponen	Kandungan (%)
1	Kalsium	24 – 30
2	Fosfor	12 – 15

Hampir seluruh rangka pada vertebrata kelas unggas (ayam) terdiri atas tulang, yang mempunyai fungsi utama:¹⁵

1. Proteksi

Tulang berfungsi melindungi organ-organ internal, seperti tengkorak yang melindungi otak, ataupun tulang iga yang melindungi usus dan paru-paru.

2. Pemberi Bentuk

Tulang merupakan rangka dimana tubuh dapat terbentuk.

3. Produksi Darah

Sumsum, terletak di dalam rongga tulang, berfungsi memproduksi darah dalam proses yang dinamakan haematopoiesis.

4. Penyimpanan/Cadangan Mineral

Tulang berfungsi sebagai cadangan mineral-mineral penting bagi tubuh, khususnya kalsium dan fosfor.

¹³Fitri Apriani Noor dkk, “Dekolagenasi Limbah Tulang Ayam oleh Filtrat Abu Sekam Padi terhadap Kandungan Kalsium dan Fosfor”, *Jurnal Peternakan* (2012): h. 1-2.

¹⁴M. Rasyaf, *Bahan Makanan Unggas di Indonesia*, 1990.

¹⁵Tri Yuwanta, *Dasar Ternak Unggas* (Jakarta: Kanisius, 2004), h. 62-64.

5. Pergerakan

Tulang bersama sendi, tendon, otot, ligament berfungsi bersama-sama untuk menghasilkan dan mentransfer gaya sehingga tubuh dapat bergerak dalam ruang tiga dimensi.

6. Keseimbangan Asam Basa

Tulang merupakan buffer darah terhadap perubahan pH yang drastis dengan cara menyerap ataupun melepaskan garam-garam alkali.

E. Protein Kolagen

Protein adalah makromolekul yang tersusun dari asam amino dalam satu rantai linear yang saling berhubungan oleh ikatan peptida. Protein sebagai molekul biokimia menjadi sangat penting bagi kehidupan termasuk juga lipid dan karbohidrat. Protein adalah dasar untuk mengetahui komponen struktur dari jaringan hewan dan manusia.¹⁶ Protein mempunyai peranan kunci dalam semua proses biologis dalam semua tingkat organisme baik organisme tingkat rendah sampai dengan organisme tingkat tinggi. Peranan biologis tersebut mempunyai cakupan yang sangat luas antara lain seperti transport dan penyimpanan, pengaturan dan koordinasi gerak, penunjang mekanik, proteksi terhadap imun, rangsangan, integrasi metabolisme, kontrol pertumbuhan dan diferensiasi.¹⁷

Protein memiliki jenis-jenis yang bermacam-macam. Adanya jenis perbedaan jenis ini disebabkan oleh adanya perbedaan jenis asam amino yang menyusun suatu protein serta jenis gugus R-nya. Salah satu jenis protein yang sangat penting bagi organisme adalah kolagen. Kolagen merupakan material yang mempunyai kekuatan

¹⁶Anil Kumar Mandle, etc, "Protein Structure Prediction Using Support Vector Machine", *International Journal on Soft Computing (IJSC)* 3, no. 1 (2012): h. 67-68.

¹⁷Abubakar Sidik Katili, "Struktur dan Fungsi Protein Kolagen", h. 27.

rentang dan struktur yang berbentuk serat. Protein jenis ini banyak terdapat dalam vertebrata tingkat tinggi. Hampir sepertiga protein dalam tubuh vertebrata berada sebagai kolagen. Semakin besar hewan, semakin besar pula bagian total protein yang merupakan kolagen. Kolagen juga merupakan komponen serat utama dalam tulang, gigi, tulang rawan, lapisan kulit dalam (dermis), tendon (urat daging) dan tulang rawan. Kolagen mengandung hidroksilisin dan hidroksiprolin yaitu asam-asam amino yang terdapat dalam beberapa protein lain.¹⁸ Lebih dari 71% protein kulit adalah kolagen. Kolagen berperan dalam memelihara kekencangan, elastisitas dan regenerasi sel-sel kulit. Sekitar 30% dari tulang disusun oleh komponen-komponen organik diantaranya adalah kolagen sisanya adalah protein bukan kolagen.¹⁹

Kolagen adalah protein yang sangat melimpah dalam jaringan hewan dan diaplikasikan secara luas dalam bidang biomedikal, farmasi, kosmetik dan industri makanan. Kolagen dalam suatu molekul terdiri dari tiga ikatan polipeptida yang berbentuk struktur triple helik yang unik yang berperan dalam penyusunan molekul dari kolagen.²⁰ Kolagen mengandung kira-kira 35% glisin dan 11% alanin. Persentasi asam amino ini agak tinggi dan yang lebih menonjol adalah kandungan prolin dan 4-hidroksiprolin yang tinggi yaitu asam amino yang jarang ditemukan pada protein selain pada kolagen dan elastin.²¹

¹⁸Abubakar Sidik Katili, "Struktur dan Fungsi Protein Kolagen", h. 27.

¹⁹Syahrudin Kasim, "Pengaruh Variasi Jenis Pelarut Asam Pada Ekstraksi Kolagen Dari Ikan Pari (*Himantura gerrardi*) dan Ikan Tuna (*Thunnus sp*)", *Jurnal Farmasi dan Farmakologi* 17, no. 2 (2013): h. 35.

²⁰Y. D Siddiqui, etc, "Isolation of Pepsin-Solubilized Collagen (PSC) From Crude Collagen Extracted From Body Wall Of Sea Cucumber (*Bohadschia Spp*)", *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 5, no. 2 (2013): h. 555.

²¹Abubakar Sidik Katili, "Struktur dan Fungsi Protein Kolagen", h. 27.

Kolagen merupakan komponen struktur utama dari jaringan pengikat meliputi 30% dari total protein pada jaringan organ tubuh vertebrata dan invertebrata. pada mamalia, kolagen terdapat pada kulit, tulang rawan dan jaringan pengikat. Kolagen merupakan komponen utama lapisan kulit dermis yang terbuat dari sel fibroblast yang tersusun dari berbagai asam amino. Jenis protein ini mempunyai struktur heliks triple dan terdiri atas glisin, prolin dan hidroksi prolin tetapi tidak mengandung sistein, sistin dan tripphopan. Kolagen lebih banyak mengandung asam amino dasar berbentuk glutamine dan asparagin.²²

Kolagen adalah suatu jenis protein yang tersusun atas beberapa asam amino. Diperkirakan jumlah kolagen dalam tubuh hewan terdapat sekitar 30% dari total protein tubuh. Kolagen terdapat di dalam tubuh semua jenis hewan multi seluler, baik yang bertulang belakang maupun yang tidak bertulang belakang. Walau pada hewan berkulit keras atau serangga, kitin (unsur pembentuk exoskeleton) menggantikan kolagen sebagai matriks pendukung yang berserat dalam exoskeleton (kerangka yang terdapat di luar tubuh. Jenis protein yang terdapat pada kolagen adalah jenis protein serat yang berwarna bening kekuning-kuningan dari jaringan penghubung pada tubuh hewan khususnya kulit, tulang dan otot.²³

Jika di didihkan di dalam air, kolagen akan mengalami transformasi, dari bentuk untaian, tidak larut dan tidak tercerna menjadi gelatin, yaitu campuran polipeptida yang larut yang merupakan dasar pembentuk gelatin. Perubahan ini

²²Yudhomenggolo Sastro Darmanto, dkk, "Efek Kolagen dari Berbagai Jenis Ikan Terhadap Kualitas Miofibril Protein Ikan Selama Proses Dehidrasi", *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 23, no. 1 (2012): h. 36.

²³Dyah Tri Retno, "Pembuatan Gelatin dari Tulang Ayam dengan Proses hidrolisa", *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi (SNAST) Periode III* (Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional, 2012): h. 251.

melibatkan hidrolisis beberapa ikatan kovalen pada kolagen, karena kolagen pada jaringan pengikat dan pembuluh yang menjadikan daging berbentuk liat.²⁴

Sifat-sifat dari kolagen antara lain tidak larut dalam larutan asam maupun alkali, tahan terdapat enzim tripsin dan chimotripsin. Kolagen juga dapat mengkerut apabila dipanaskan, dan apabila pemanasannya sampai berada di atas suhu pengkerutannya 52°C maka kolagen akan berubah menjadi gelatin.²⁵

F. Dekolagenasi

Pemanfaatan limbah tulang ayam sebagai sumber kalsium dan fosfor masih dibatasi dengan adanya kandungan kolagen yang tinggi. Upaya untuk meningkatkan nilai manfaat limbah tulang ayam dan untuk mendapatkan tepung tulang yang berkualitas dapat dilakukan dengan jalan menghilangkan terlebih dahulu kandungan kolagen yang ada pada tulang.²⁶ Dalam proses pembuatan tepung tulang akan terjadi hidrolisis komponen *non-ash* terutama protein sehingga dapat meningkatkan kandungan abu termasuk kalsium dan fosfor yang merupakan komponen utama penyusus tulang.²⁷ Proses penghilangan kolagen disebut dekolagenasi. Menurut Intan Mayasaroh, dekolagenasi adalah proses dimana komponen mineral yang terikat pada kolagen tulang ayam dilepaskan untuk menghasilkan kandungan mineral yang tinggi.²⁸

²⁴Abubakar Sidik Katili, "Struktur dan Fungsi Protein Kolagen", h. 24.

²⁵Dyah Tri Retno, "Pembuatan Gelatin dari Tulang Ayam dengan Proses hidrolisa", h. 251.

²⁶Intan Mayasaroh dkk, "Dekolagenasi, Kandungan Kalsium dan Fosfor Limbah Tulang Ayam oleh Larutan KOH", h. 1

²⁷Wiwini Winarsih dkk, "Pengaruh Perendaman Limbah Tulang Ayam menggunakan NaOH terhadap Tingkat Dekolagenasi, Kandungan Kalsium dan Fosfor", h. 5.

²⁸Intan Mayasaroh dkk, "Dekolagenasi, Kandungan Kalsium dan Fosfor Limbah Tulang Ayam oleh Larutan KOH", h. 2.

Hasil penelitian yang dilakukan Cole dan Wiyono bahwa dalam mengolah tulang hewan menjadi gelatin pada prinsipnya dengan menghidrolisis protein tulang dan perendaman yang dilakukan dalam proses basa diperlukan waktu yang relatif lebih lama. Semakin lama waktu perendaman menyebabkan semakin tinggi pula tingkat efektifitas kalarutan kolagen dan komponen *non-ash* lainnya yang terdapat pada limbah tulang ayam.²⁹ Pengolahan pada prinsipnya menghilangkan semaksimal mungkin bagian bukan mineral atau bahan organik yang terkandung dalam tulang ayam dan memutuskan ikatan antara protein non kolagenous-kolagen-mineral.³⁰

Penghilangan protein dari suatu substrat merupakan suatu proses yang bertujuan untuk menghilangkan atau melarutkan protein secara maksimal dan biasa dilakukan dengan larutan kimia yang bersifat basa.³¹ Dekolagenasi atau deproteinasi dilakukan dengan pemberian kondisi basa sebagai teknik untuk menghidrolisis protein dan komponen kolagen yang ada pada tulang yang diikuti pemanasan selama rentang waktu tertentu. Jenis alkali yang dapat digunakan sebagai sumber basa adalah natrium hidroksida (NaOH) yang memiliki kemampuan menghidrolisis komponen bukan mineral yang ada pada suatu bahan.³² Sebagai basa, banyak dipilih NaOH, sebab selain lebih efektif, bahan ini juga relatif murah dan mudah didapatkan. Pemberian basa dimaksudkan untuk mendenaturasi protein menjadi bentuk primernya

²⁹Bagau B, dkk, "Levels of Protein Solubility of Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis* L) Solid Waste from NaOH Hydrolisis Product", *Indonesian Association of Nutrition and Feed Science (AINI) and Faculty of Animal Husbandry* (Bandung: Universitas Padjajaran, 2011).

³⁰Fitri Apriani Noor dkk, "Dekolagenasi Limbah Tulang Ayam oleh Filtrat Abu Sekam Padi terhadap Kandungan Kalsium dan Fosfor", h. 2.

³¹Kurnia, W.P, *Pengolahan Limbah Cangkang Udang* (Jakarta: H.U Suara Merdeka, 2006).

³²Wiwin Winarsih dkk, "Pengaruh Perendaman Limbah Tulang Ayam menggunakan NaOH terhadap Tingkat Dekolagenasi, Kandungan Kalsium dan Fosfor", h. 2.

yang akan mengendap. Bagian yang mengendap tersebut merupakan kolagen yang berhasil dipisahkan dan dikeluarkan dari tulang.³³

G. Hidrolisis Basa oleh Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium Hidroksida (NaOH) adalah salah satu jenis larutan basa/alkali yang paling sering digunakan di dalam laboratorium. Natrium Hidroksida (NaOH) bersifat sangat korosif terhadap kulit. Istilah yang paling sering digunakan dalam industri yaitu soda kaustik. Soda kaustik apabila dilarutkan dalam air akan menimbulkan reaksi eksotermis. Natrium Hidroksida anhidrat berbentuk kristal berwarna putih.

Tabel 2.5 Sifat Fisika Kimia NaOH³⁴

NaOH	Nilai
Berat Molekul	39,998 gr/mol
Spesifik Gravitasi	2,130
Titik Leleh	318 °C
Titik Didih	1390 °C
Kelarutan pada 20 °C, gr/100gr air	299,6

Hidrolisis adalah istilah umum yang dipergunakan untuk menyebut reaksi suatu zat dengan air. Hidrolisis atau dalam bahasa Inggris disebut *Hydrolysis* berasal dari kata hydro artinya air dan lysis artinya penguraian. Jadi hidrolisis dapat diartikan sebagai reaksi terurainya garam dalam air yang menghasilkan asam atau basa.³⁵

³³Yunita Ermawati, dkk. "Pemanfaatan Kitosan dari Limbah Rajungan (*Portunus pelagicus*) Sebagai Antimikroba Pada Obat Kumur", *Karya Ilmiah* (Yogyakarta: Fakultas Farmasi, UGM, 2009): h. 9.

³⁴Azhary H. Surest dan Dodi Satriawan, "Pembuatan Pulp dari Batang Rosella Dengan Proses Soda (Konsentrasi NaOH, Temperatur Pemasakan dan Lama Pemasakan)", *Jurnal Teknik Kimia* 17, no. 3 (2010): h. 3.

³⁵Darmayanto, "Penggunaan Serbuk Tulang Ayam Sebagai Penurun Intensitas warna Air Gambut", h. 39.

Hidrolisis merupakan reaksi kimia yang memecah molekul menjadi dua bagian dengan penambahan molekul air (H_2O). Satu bagian dari molekul memiliki ion hidrogen (H^+) dan bagian lainnya memiliki ion hidroksil (OH^-).³⁶ Dalam konteks yang lebih luas dikatakan hidrolisis adalah suatu proses kimia yang menggunakan air (H_2O) sebagai pemecah suatu persenyawaan termasuk inverse gula, saponifikasi ester dan lemak, pemecahan protein dan reaksi *Grignard*. Jadi air (H_2O) sebagai zat pereaksi dalam pengertian luas dapat digolongkan sebagai larutan asam atau basa. Jika dalam proses hidrolisis menggunakan larutan basa/alkali maka reaksi hidrolisis yang terjadi adalah hidrolisis basa.³⁷

Umumnya reaksi hidrolisis terjadi saat garam dari asam lemah atau basa lemah atau keduanya terlarut di dalam air. Reaksi umumnya adalah sebagai berikut:



Akan tetapi dalam kondisi normal hanya beberapa reaksi yang dapat terjadi antara air dengan komponen organik. Penambahan asam, basa atau enzim umumnya dilakukan untuk membuat reaksi hidrolisis dapat terjadi pada kondisi penambahan air tidak memberikan efek hidrolisis. Asam, basa maupun enzim dalam reaksi hidrolisis disebut sebagai katalis yakni zat yang dapat mempercepat terjadinya reaksi.³⁸

Salah satu teknik menghidrolisis protein dan komponen kolagen yang ada pada tulang adalah dengan menggunakan alkali atau larutan basa. Larutan basa memiliki kemampuan menghidrolisis komponen bukan mineral yang ada pada suatu

³⁶Osvaldo Z. S, dkk, "Pengaruh Konsentrasi Asam dan Waktu Pada Proses Hidrolisis dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol dari Alang-Alang", *Jurnal Teknik Kimia* 18, no. 2 (2012): h. 55.

³⁷Darmayanto, "Penggunaan Serbuk Tulang Ayam Sebagai Penurun Intensitas warna Air Gambut", h. 40.

³⁸Osvaldo Z. S, dkk, "Pengaruh Konsentrasi Asam dan Waktu Pada Proses Hidrolisis dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol dari Alang-Alang", h. 55.

bahan.³⁹ Larutan alkali tersebut bersifat dekolagenasi yang dapat menghidrolisis kolagen sehingga diperoleh pakan sumber kalsium dan fosfor utama dari limbah tulang ayam yang biasa disebut dengan special bone meal. Pengolahan limbah tulang ayam secara alami oleh larutan basa melalui dekolagenasi dengan memperhatikan konsentrasi dan lama waktu perendaman perlu dilakukan untuk mengetahui persentase yang tepat dalam menghasilkan dekolagenasi kandungan kalsium dan fosfor yang optimal.⁴⁰

H. Kalsium (Ca)

Kalsium adalah mineral yang dibutuhkan oleh tubuh manusia. Menurut hasil penelitian, angka kecukupan rata-rata kalsium yang dianjurkan adalah 500-800 mg/orang tiap harinya dan untuk usia menopause kira-kira 1000 mg/harinya. Tubuh memerlukan kalsium karena setiap hari tubuh kehilangan mineral tersebut melalui pengelupasan kulit, kuku, rambut, dan juga melalui urine dan feses. Kehilangan kalsium harus diganti melalui makanan yang dikonsumsi oleh tubuh.⁴¹

Mineral terdapat di dalam tubuh dan memegang peranan penting dalam pemeliharaan fungsi tubuh, baik tingkat sel, jaringan, organ maupun fungsi tubuh secara keseluruhan. Keseimbangan mineral di dalam tubuh diperlukan untuk pengaturan kerja enzim, pemeliharaan keseimbangan asam basa, pemeliharaan kepekaan otot dan saraf terhadap rangsangan. Kalsium berperan dalam pembentukan

³⁹Wiwini Winarsih dkk, "Pengaruh Perendaman Limbah Tulang Ayam menggunakan NaOH terhadap Tingkat Dekolagenasi, Kandungan Kalsium dan Fosfor", h. 2.

⁴⁰Fitri Apriani Noor dkk, "Dekolagenasi Limbah Tulang Ayam oleh Filtrat Abu Sekam Padi terhadap Kandungan Kalsium dan Fosfor", h. 2.

⁴¹Zul Alfian, "Penentuan Kadar Unsur Kalsium (Ca^{+}) Pada Susu Sapi Murni dan Susu Sapi di Pasaran Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom", *Jurnal Sains Kimia* 8, no. 1 (2004): h. 27.

tulang dan gigi. Kalsium merupakan salah satu nutrisi esensial yang dibutuhkan untuk berbagai fungsi tubuh.⁴²

Sebagian besar dari kalsium dalam tubuh terdapat dalam tulang (lebih dari 90% dari Ca dalam tubuh). Tulang sebagian besar terdiri dari kalsium fosfat, 13% kalsium karbonat, 2% magnesium fosfat, dan 5% zat-zat lain, beberapa merupakan sitrat sebanyak 0,5-3%.⁴³

Pada dasarnya unsur-unsur mineral yang berada dalam tubuh berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur. Kalsium berperan dalam tubuh umumnya dapat dibagi menjadi dua yaitu membantu pertumbuhan tulang dan gigi dan mengukur proses biologis dalam tubuh.⁴⁴ Jika jumlah kalsium yang dibutuhkan oleh tubuh berlebih maka dapat menimbulkan penyakit yang disebut dengan osteoporosis.

Osteoporosis adalah suatu penyakit yang ditandai dengan tulang menjadi keropos lalu terkelupas. Karena kekurangan kalsium tulang menjadi rapuh misalnya pada orang berusia lanjut.⁴⁵ Namun, bila kelebihan kalsium juga dapat beresiko terhadap tubuh seperti menyebabkan batu ginjal, kanker prostat, sulit buang air besar (konstipasi) dan penumpukan kalsium di pembuluh darah.⁴⁶

⁴²Ni Luh Cicik Fitriani, dkk, "Penentuan Kadar Kalium (K) dan Kalsium (Ca) Dalam Labu Siam (*Sechium Edule*) Serta Pengaruh Tempat Tumbuhnya", *Jurnal Akademi Kimia* 1, no. 4 (2012): h. 175.

⁴³Yuyu Wahyu, *Ilmu Nutrisi Unggas* (Yogyakarta: Gadjah Mada Universitas Press. 2004), h. 232.

⁴⁴Rayhanah Ria Margono, "Analisis Kadar Kalsium dan Besi pada Kangkung (*Ipomoea reptans*) Menggunakan Destruksi Asam Pekat", *Skripsi* (Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, 2009): h. 3.

⁴⁵Zul Alfian, "Penentuan Kadar Unsur Kalsium (Ca^{+}) Pada Susu Sapi Murni dan Susu Sapi di Pasaran Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom", h. 27.

⁴⁶Ni Luh Cicik Fitriani, dkk, "Penentuan Kadar Kalium (K) dan Kalsium (Ca) Dalam Labu Siam (*Sechium Edule*) Serta Pengaruh Tempat Tumbuhnya", h. 175.

Penetapan kadar kalsium memakai metode spektrofotometri UV-Vis berdasarkan pada reaksi kompleks antara kalsium dengan mureksid membentuk warna ungu kemerahan karena terbentuk kompleks kalsium mureksid ($\text{Ca}^{2+}(\text{Mu}^-)_2$). Ikatan kompleks yang terbentuk menyebabkan larutan berubah warna dari merah menjadi ungu kemerahan.⁴⁷

I. Fosfor (P)

Fosfor termasuk salah satu mineral makro yaitu mineral yang dibutuhkan tubuh manusia dalam jumlah yang besar (umumnya lebih dari 100 mg/hari). Mineral makro lainnya termasuk kalsium, magnesium, natrium dan kalium. Perbandingan kalsium dan fosfor dalam makanan dianjurkan 1:1.⁴⁸ Fosfor juga terlibat dalam metabolisme energi sebagai bagian dari adenosin trifosfat (ATP) yang merupakan sumber atau sistem energi (*energy currency*) tubuh.⁴⁹

Pada dasarnya unsur-unsur mineral yang berada di dalam tubuh berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur. Unsur-unsur logam fosfor merupakan unsur-unsur yang berperan dalam peningkatan kesehatan manusia. Fosfor berfungsi untuk perkembangan normal tulang, juga merupakan unsur pokok yang penting bagi darah, limfa dan struktur nuklir kehidupan sel. Fosfor berfungsi untuk pembentukan tulang dan membentuk gigi.⁵⁰

⁴⁷Wiranti Sri Rahayu, dkk, "Validasi Penetapan Kadar Kalsium Dalam Sediaan Tablet Multivitamin dengan Metode Spektrofotometri Ultra Violet Visibel", *Jurnal Pharmacy* 5, no. 3 (2007): h. 194.

⁴⁸Feri Hadiyanto, "Optimasi Pereaksi Amonium Molibdat Pada Penetapan Kadar Fosfor Secara Spektrofotometer Sinar Tampak Dengan Metode Respon Permukaan", h. 20.

⁴⁹MC. Linder, *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme dengan Pemakaian secara Klinis* (Jakarta: UI Press, 1992), h. 233.

⁵⁰Sujatmiko, "Analisis Kadar Fosfor dan Besi dalam Sawi Hijau (*Brassica Juncea L.*) Secara Spektrofotometri Sinar Tampak", *Skripsi* (Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, 2010): h. 3.

Fosfor sangat penting sebagai bagian dari tulang, fosfor sangat esensial sebagai persenyawaan organik dalam hampir setiap aspek metabolisme. Fosfor memegang peranan penting dalam bagian dari otot, metabolisme dari energi, metabolisme karbohidrat, asam amino dan lemak, metabolisme jaringan saraf, kimia darah yang normal, pertumbuhan kerangka dan transportasi asam-asam lemak dari lipida-lipida lain. Fosfat adalah bagian penting dari asam nukleat, DNA (deoxyribonucleic acid) dan RNA (ribonucleic acid). Fosfat juga bagian dari banyak koenzim dan ikut dalam penyimpanan dan mengubah energi dalam persenyawaan yang difosforilasi dari glukosa dan turunannya, gula-gula lain dan persenyawaan dengan energi tinggi seperti adenosine diphosphate (ADP) dan adenosine triphosphate (ATP) dan creatinephosphate. Darah mengandung kira-kira 35-45 miligram fosfor per 100 mL, hanya kira-kira 10% dalam bentuk fosfat anorganik.⁵¹

J. Instrumen

1. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Spektroskopi serapan atom (SSA) adalah alat optik yang didedikasikan khusus untuk menganalisa berbagai macam logam. Cara analisis ini memberikan kadar total unsur logam dalam suatu sampel dan tidak tergantung pada bentuk molekul dari logam dalam sampel tersebut.⁵² Metode SSA berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya.⁵³

⁵¹Yuyu Wahyu, *Ilmu Nutrisi Unggas*, h. 254.

⁵²Ibnu Gholib Gandjar dan Abdul Rohman, *Kimia Farmasi Analisis* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2010), h. 298.

⁵³S. M. Khopkar, *Konsep Dasar Pemisahan Analitik* (Jakarta: UI Press, 2008), h. 288.

Spektrofotometer serapan atom (SSA) merupakan teknik analisis kuantitatif dari unsur-unsur, dimana sekitar 70 unsur dapat dianalisis. Pemakaiannya luas pada berbagai bidang, karena prosedurnya paling selektif, spesifik, sensitivitasnya tinggi yaitu kisaran ppm sampai ppb, waktu yang diperlukan cepat dan mudah dilakukan. Teknik spektrofotometer serapan atom didasarkan pada absorpsi, emisi atau fluoresensi dari radiasi elektromagnetik oleh partikel-partikel atom. Ketiga spektrum tersebut menghasilkan data spektrum atom pada daerah ultraviolet dan daerah sinar X.⁵⁴

2. Spektrofotometer UV-VIS

Absorpsi sinar tampak (VIS) atau ultraviolet (UV) oleh suatu molekul dapat menyebabkan terjadinya eksitasi molekul tersebut dari tingkat energi dasar ke tingkat eksitasi. Absorpsi sinar UV dan VIS oleh suatu molekul, umumnya menghasilkan eksitasi ikatan elektron (bonding), sehingga panjang gelombang absorban maksimum dapat dikorelasikan dengan absorban UV dan VIS untuk penentuan kuantitatif senyawa-senyawa yang mengandung gugus penyerap.⁵⁵

Pada spektroskopi UV yang diabsorpsi adalah cahaya ultraviolet, sehingga larutan yang tidak berwarna dapat diukur. Sebagai contoh, aseton dan asetaldehid seperti pada spektroskopi VIS, pada spektroskopi UV maka energi cahaya yang diserap digunakan untuk transisi elektron. Energi cahaya UV ternyata lebih besar dari energi cahaya VIS, sehingga energi UV dapat menyebabkan transisi elektron σ atau π . Metode VIS berdasarkan atas absorban sinar tampak oleh suatu larutan berwarna. Oleh karena itu metode ini dikenal

⁵⁴Maria Bintang, *Biokimia Teknik Penelitian* (Jakarta: Erlangga, 2010), h. 196.

⁵⁵Maria Bintang, *Biokimia Teknik Penelitian*, h. 193.

juga sebagai metode kolorimetri. Hanya larutan senyawa berwarna saja yang dapat ditentukan dengan metode ini. Senyawa yang tidak berwarna dapat dibuat berwarna dengan mereaksikannya dengan pereaksi yang menghasilkan senyawa berwarna, contohnya ion Fe^{3+} dengan CNS^- menghasilkan larutan berwarna merah.⁵⁶



⁵⁶Maria Bintang, *Biokimia Teknik Penelitian*, h. 194.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 07 September – 18 Januari 2015 di Laboratorium Anorganik, Laboratorium Analitik dan Laboratorium Riset, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar.

B. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Alat

Adapun alat-alat yang digunakan yaitu Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) Varian AA240ES, Spektrofotometer UV-Vis Varian Cary No. 50, ayakan 100 mesh, autoklaf, oven, neraca analitik, pH meter, hot plate, blender, alat-alat gelas, termometer 100°C, toples kaca, statif dan klem, corong, botol pereaksi, rak tabung, kasa, kain blacu, spatula, batang pengaduk dan saringan.

2. Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan yaitu aluminium foil, amonium molibdat ($(\text{NH}_4)_6\text{MoO}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), asam nitrat (HNO_3) p.a., asam perklorat (HClO_4) p.a, asam sulfat (H_2SO_4) p.a, aquabides (H_2O), aquades, besi sulfat hidrat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), kalium dihidrogen fosfat (KH_2PO_4), kertas whatman no. 42, larutan induk kalsium (Ca) 1000 mg/L, natrium hidroksida (NaOH) 4% dan tulang paha ayam kampung.

C. Prosedur Kerja

1. Proses Dekolagenasi dan Pembuatan Tepung Tulang

Tulang paha ayam kampung direbus dan dibersihkan untuk menghilangkan sisa daging yang masih menempel. Setelah dibersihkan, dilakukan proses penghilangan lemak (degreasing) dengan cara dimasak selama 30 menit pada suhu 80°C kemudian tulang ditiriskan dan dijemur dibawah terik matahari selama 1 jam. Tulang dipotong dengan ukuran ± 2 cm. Tulang ditimbang sebanyak 100 gram dan direndam dengan larutan natrium hidroksida (NaOH) 4% dengan perbandingan berat terhadap volume (1:4) selama 48 jam kemudian disaring. Tulang dicuci dengan menggunakan aquabides sampai pH-nya netral. Perendaman dengan natrium hidroksida (NaOH) 4% bertujuan untuk melunakkan tulang dan memisahkan kolagen dari tulang. Proses selanjutnya tulang dimasukkan ke dalam autoklaf (121°C, 1 atm) selama 3 jam. Fungsi dari proses ini untuk mensterilkan tulang dari mikroba. Tulang dikeringkan dalam oven dengan suhu 80°C selama 24 jam. Tahap akhir proses pembuatan tepung tulang adalah penepungan dengan cara pengayakan. Tulang ditepungkan menggunakan blender. Tepung yang dihasilkan diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 100 mesh agar diperoleh tepung tulang yang halus. Mengulangi perlakuan yang sama dengan variasi waktu perendaman 72 jam dan 96 jam.¹

¹A. Thalib, “Pemanfaatan Tepung Tulang Ikan Madidihang (*Thunnus albacares*) sebagai Sumber Kalsium dan Fosfor untuk Meningkatkan Nilai Gizi Makron Kenari”, *Tesis* (Bogor: Sekolah Pascasarjana IPB, 2009).

2. Destruksi Basah dan Pembuatan Larutan Sampel

Timbang 1 gram tepung tulang paha ayam kampung kemudian tambahkan 2 mL aquabides dan 5 mL asam nitrat (HNO_3) p.a. lalu menambahkan aquabides sebanyak 50 mL. Sampel dipanaskan di atas hotplate sampai volume larutan 40 mL. Setelah volumenya mencapai 40 mL dan timbul asap berwarna putih, tambahkan asam perklorat (HClO_4) p.a. sebanyak 1 mL. Memanaskan larutan sampai 20 mL dan larutan berwarna kuning jernih. Larutan hasil destruksi disaring ke dalam labu takar 100 mL dengan kertas whatman no. 42 kemudian volumenya ditepatkan sampai tanda batas dengan aquabides dan homogenkan. Simpan dalam botol gelap. Melakukan secara duplo. Mengulangi perlakuan yang sama pada tepung tulang ayam kampung hasil perendaman dengan variasi waktu 72 dan 96 jam.

3. Penentuan Kadar Kalsium (Ca)

a. Pembuatan Larutan Induk Kalsium (Ca) 1000 mg/L

Menimbang kalsium karbonat (CaCO_3) sebanyak 0,25 gram kemudian menghimpitkan ke dalam labu takar 100 mL dan menghomogenkan.

b. Pembuatan Larutan Deret Standar Kalsium (Ca) 0, 10, 20, 40, 80 dan 160 mg/L.

Sebanyak 0,0 mL, 0,5 mL, 1 mL, 2 mL, 4 mL dan 8 mL larutan induk kalsium (Ca) 1000 mg/L dimasukkan dalam labu takar 50 mL lalu diencerkan dengan aquabides sampai tanda batas dan dihomogenkan kemudian diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom pada panjang gelombang 239,9 nm.

c. Penetapan Kadar Kalsium (Ca) dalam Sampel

Larutan sampel hasil destruksi sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml dan diencerkan dengan aquabides hingga tanda batas (Faktor Pengenceran = $100\text{ml}/10\text{ml} = 10$ kali untuk kalsium). Larutan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer serapan atom pada panjang gelombang 239,9 nm.

4. Penentuan Kadar Fosfat

a. Pembuatan Larutan Induk Fosfat (PO_4) 1000 mg/L

Menimbang 0,1431 gram kalium dihidrogen fosfat (KH_2PO_4) dan dilarutkan dalam 100 mL aquabides. Simpan dalam botol gelap.

b. Pembuatan Larutan Baku Fosfat (PO_4) 100 mg/L

Memipet 5 mL larutan induk Fosfat (PO_4) 1000 mg/L kemudian dihimpitkan dengan aquabides hingga 50 mL.

c. Pembuatan Larutan Larutan Baku 10 mg/L

Memipet 5 mL larutan baku Fosfat (PO_4) 100 mg/L kemudian dihimpitkan dalam labu takar 50 mL.

d. Pembuatan Larutan A

Menimbang 10,0000 gram Ammonium Molibdat $[(\text{NH}_4)_6\text{MoO}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$ dan menambahkan 60 mL aquabides, kemudian ditambahkan 28 mL asam sulfat (H_2SO_4) p.a secara bertahap. Selanjutnya menimbang 5,0001 gram besi sulfat hidrat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) kemudian mencampurkan dengan larutan sebelumnya dan diencerkan dengan aquabides hingga 100 mL.

e. Pembuatan Larutan Deret Standar Fosfat (PO_4) 0, 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 dan 1,0 mg/L

Sebanyak 0, 1, 2, 3, 4, dan 5 mL larutan baku Fosfat (PO_4) 10 mg/L dipipet dan masing-masing volume tersebut ditambahkan 2 mL larutan A lalu

menghimpitkan dalam labu takar 50 mL kemudian diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 660 nm.

f. Penetapan Kadar Fosfat (PO_4) dalam Sampel

Sebanyak 0,3 mL sampel hasil destruksi diambil lalu ditambahkan 2,7 mL aquabides dan 2 mL larutan A dalam tabung reaksi. Larutan kemudian diencerkan (pengenceran 40) dengan cara memipet 2,5 mL dan dihimpitkan dalam labu takar 100 mL. Selanjutnya larutan dipipet sebanyak 3 mL ke dalam kuvet dan diukur absorbansinya dengan alat spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 660 nm.²



²Reggy Raisa Tangelayuk, “Kadar Kalsium dan Fosfor Pada Tulang Tikus Betina yang Diberi Tepung Tempe Rendah Lemak”, *Buletin Veteriner Udayana* 7, no. 1 (Februari, 2015): h. 61.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengamatan

Penelitian yang terfokus pada analisis kalsium (Ca) dan fosfat (PO_4) dilakukan selama 4 bulan. Analisis kalsium (Ca) dan fosfat (PO_4) dilakukan pada bahan pangan bahan sumber mineral yaitu tulang ayam kampung. Tulang ayam kampung yang diperoleh adalah tulang ayam kampung bagian paha hasil limbah domestik. Berikut ini disajikan tabel dan grafik hasil pengukuran absorbansi larutan standar dan sampel untuk kalsium (Ca) dan fosfat (PO_4).

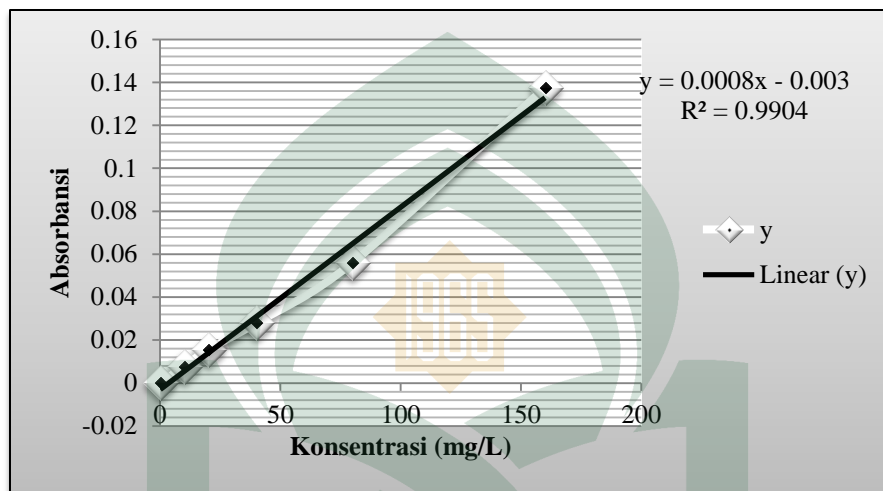
1. Tabel dan Grafik Pengamatan Kalsium (Ca)

Analisis kalsium (Ca) pada tulang paha ayam kampung menggunakan beberapa variasi konsentrasi untuk larutan standar kalsium. Absorbansi dari konsentrasi tiap larutan standar nantinya harus masuk dan sesuai dengan range absorbansi dari larutan sampel kalsium (Ca) yang diukur menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang 239,9 nm.

Tabel 4.1 Absorbansi Larutan Standar Kalsium (Ca)

No.	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	0	0
2	10	0,0078
3	20	0,0156
4	40	0,0280
5	80	0,0561
6	160	0,1376

Berdasarkan absorbansi hasil pengukuran larutan standar kalsium (Ca) menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) maka diperoleh grafik sebagai berikut:



Grafik 4.1 Larutan Standar Kalsium (Ca)

Analisis kadar kalsium (Ca) pada tulang paha ayam kampung dilakukan dengan menggunakan alat instrumen Spektrofotometer serapan atom (SSA). Berikut ini tabel hasil keseluruhan kadar kalsium (Ca) pada tulang paha ayam kampung.

Tabel 4.3 Kadar Larutan Sampel Kalsium (Ca) pada Tulang Paha Ayam Kampung

No.	Waktu Perendaman	Absorbansi	Absorbansi Rata-rata	Konsentrasi Kalsium (Mg/L)	Kadar Kalsium (Mg/Kg)	% Kadar Kalsium
1	48 Jam ₁	0,1309	0,1320	168,75	168699,40	16,8699
2	48 Jam ₂	0,1331				
3	72 Jam ₁	0,1356	0,1347	172,125	172073,37	17,2090
4	72 Jam ₂	0,1338				
5	96 Jam ₁	0,1366	0,1370	175	174930,02	17,4930
6	96 Jam ₂	0,1374				

Analisis larutan sampel kalsium (Ca) pada tulang paha ayam kampung menggunakan 1 gram tepung tulang. Analisis dilakukan secara duplo dengan tiga variasi waktu perendaman yaitu 48, 72 dan 96 jam. Proses dekolagenasi dan lama perendaman tulang paha ayam kampung berpengaruh terhadap tingkat kandungan kadar kalsium (Ca). Semakin lama tulang paha ayam kampung direndam dalam larutan basa (NaOH) semakin baik pula proses dekolagenasi yang terjadi, akibatnya semakin tinggi juga kadar kalsium (Ca) yang diperoleh. Lama perendaman 96 jam adalah waktu yang tertinggi dibandingkan dengan variasi waktu yang lain untuk menghasilkan kandungan kalsium (Ca) pada hidrolisis tulang paha ayam kampung dengan menggunakan larutan basa natrium hidroksida (NaOH).

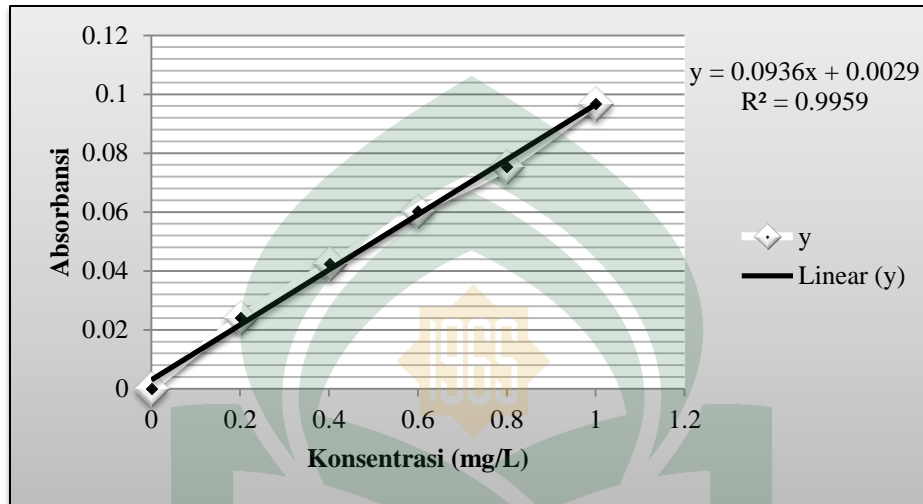
2. Tabel dan Grafik Pengamatan Fosfat (PO_4)

Analisis fosfat (PO_4) pada tulang paha ayam kampung menggunakan beberapa variasi konsentrasi untuk larutan standar. Konsentrasi larutan standar fosfat (PO_4) diukur menggunakan alat Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 660 nm.

Tabel 4.2 Absorbansi Larutan Standar Fosfat (PO_4)

No.	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	0	0
2	0,2	0,024
3	0,4	0,0423
4	0,6	0,0602
5	0,8	0,0753
6	1	0,0967

Berdasarkan absorbansi hasil pengukuran larutan standar fosfat (PO_4) menggunakan alat Spektrofotometer UV-Vis maka diperoleh grafik sebagai berikut:



Grafik 4.2 Larutan Standar Fosfat (PO_4)

Analisis kadar fosfat (PO_4) pada tulang paha ayam kampung dilakukan dengan menggunakan alat instrumen Spektrofotometer UV-Vis. Berikut ini tabel hasil keseluruhan kadar fosfat (PO_4) pada tulang paha ayam kampung sesuai dengan variasi waktu perendaman (dekolagenasi) yang digunakan.

Tabel 4.4 Kadar Larutan Sampel fosfat (PO_4) pada Tulang Paha Ayam Kampung

No.	Waktu Perendaman	Absorbansi	Absorbansi Rata-rata	Konsentrasi Fosfat (Mg/L)	Kadar Fosfat (Mg/Kg)	% Kadar Fosfat
1	48 Jam ₁	0,0525	0,0621	0,6324	2528,84	0,2528
2	48 Jam ₂	0,0718				
3	72 Jam ₁	0,0472	0,0430	0,4284	1713,08	0,1713
4	72 Jam ₂	0,0388				
5	96 Jam ₁	0,0365	0,0378	0,3728	1490,60	0,1490
6	96 Jam ₂	0,0391				

Analisis larutan sampel fosfat (PO_4) pada tulang paha ayam kampung menggunakan 1 gram tepung tulang. Analisis dilakukan secara duplo dengan tiga variasi waktu perendaman. Proses dekolagenasi dan lama perendaman tulang paha ayam kampung tidak berpengaruh terhadap tingkat kandungan kadar fosfat (PO_4). Semakin lama tulang paha ayam kampung direndam dalam larutan basa (NaOH) justru mengakibatkan kadar fosfat (PO_4) yang diperoleh semakin menurun. Kadar fosfat (PO_4) dengan lama perendaman 48 jam menghasilkan lebih banyak kandungan fosfat (PO_4) dari pada kandungan fosfat (PO_4) dengan lama perendaman 72 jam dan 96 jam. Hal ini membuktikan bahwa lama perendaman 48 jam merupakan waktu yang optimal untuk menghasilkan kandungan fosfat (PO_4) pada hidrolisis tulang paha ayam kampung dengan menggunakan larutan basa natrium hidroksida (NaOH).

B. Pembahasan

Penelitian dekolagenasi limbah tulang ayam kampung untuk penentuan kalsium (Ca) dan fosfat (PO_4) dilakukan menggunakan tulang ayam yang bentuknya dibuat menjadi tepung dengan ukuran partikel 100 mesh. Tulang ayam yang digunakan adalah bagian pahunya yang telah dipisahkan dari sum-sum yang melekat di permukaannya. Tulang ayam diketahui banyak mengandung mineral-mineral esensial yang sangat baik bagi tubuh. Tulang paha ayam yang digunakan sebagai sampel adalah sisa-sisa makanan dari limbah domestik. Menurut Yuwanta (2004) secara kimiawi tulang ayam tersusun atas 75% bahan-bahan anorganik dan 25% bahan organik. Anorganik terutama mineral garam kristalin dan kalsium yang terdapat dalam bentuk hidroksiapatit, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, sedangkan Na, Mg, K, Cl, F, CaCO_3 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dan ion-ion sitrat ada dalam jumlah yang bervariasi.

1. Preparasi Sampel

Tahap awal preparasi sampel adalah sampel tulang yang telah terkumpul ditimbang sebanyak 300 gram dan dimasak untuk melunakan sisa-sisa daging yang masih menempel agar mudah dibersihkan. Sampel kemudian direbus kembali pada suhu konstan 80°C sebagai proses degreasing untuk menghilangkan lemak. Untuk menghilangkan kadar air akibat proses perebusan, sampel dijemur di bawah matahari langsung selama kurang lebih 30 menit sampai 1 jam, tergantung kondisi sampelnya. Sampel tulang yang telah kering dipotong kecil kurang lebih 2 cm agar sum-sum yang terdapat di bagian dalam tulang mudah dikeluarkan dan dibersihkan. Setelah bersih, sampel ditimbang masing-masing 100 gram untuk tiga variasi waktu perendaman.

2. Proses Dekolagenasi

Upaya untuk meningkatkan nilai manfaat limbah tulang ayam dan mendapatkan tepung tulang yang berkualitas adalah melalui proses pengolahan secara kimiawi melalui tahap dekolagenasi dengan menggunakan larutan alkali (larutan yang bersifat basa kuat) yang bertujuan untuk melepaskan komponen mineral yang terikat pada kolagen tulang ayam sehingga menghasilkan kandungan mineral yang tinggi. Proses dekolagenasi dilakukan dengan beberapa variasi waktu perendaman guna mengetahui waktu optimum untuk menghasilkan kandungan mineral yang optimal. Pengolahan limbah tulang ayam secara kimiawi melalui dekolagenasi menggunakan larutan basa dengan memperhatikan konsentrasi dan lama perendaman bertujuan untuk mengetahui besarnya kandungan kalsium dan fosfor yang dihasilkan agar dapat dimanfaatkan sebagai produk yang berkualitas.

Lama perendaman adalah faktor yang menentukan terlarutnya kolagen tulang ayam. Larutan basa memerlukan waktu yang lebih lama agar dapat menghidrolisis komponen yang terdapat pada tulang. Menurut pendapat Pomeranz Y. (1991) hidrolisis protein dengan menggunakan alkali dapat menyebabkan degradasi protein namun tergantung dosis, konsentrasi, suhu dan lama perlakuan. Jenis larutan basa yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan NaOH 4%. Kisaran pH pada konsentrasi NaOH 4% besarnya antara 13,75-13,85. Komponen protein dalam bentuk kolagen tulang akan terhidrolisis jika pH dinaikkan mencapai pH 10. Menurut pendapat Almatsier (2004) pada suasana basa, kalsium dan fosfor dalam tulang akan membentuk kalsium fosfat. Kalsium fosfat adalah kristal mineral yang memiliki sifat tidak larut pada pH alkali. Kalsium yang tidak larut selama perendaman akan tertinggal dan mengendap dalam matriks tulang sehingga mampu menaikkan proporsi kalsium dalam tulang. Berikut reaksi hidrolisis untuk kalsium fosfat:



Pada saat proses dekolagenasi berlangsung, larutan basa NaOH akan menghidrolisis protein dan komponen kolagen yang ada pada tulang. Dalam hal ini NaOH akan bereaksi dengan asam-asam amino penyusun kolagen. NaOH yang digunakan pada proses dekolagenasi berfungsi untuk memisahkan asam amino dalam sampel. Sampel yang direndam menggunakan NaOH selanjutnya di diamkan dua sampai empat hari (tergantung variasi waktu perendaman yang digunakan). Proses ini berfungsi untuk mengoptimalkan proses hidrolisis sehingga asam amino pecah dan terpisah dari sampel.

Jika protein telah terhidrolisis maka strukturnya akan berubah. Ikatan polipeptida pada protein akan mengalami kerusakan atau terdenaturasi. Denaturasi dapat diartikan suatu perubahan atau modifikasi terhadap struktur molekul protein. Protein yang mengalami denaturasi tidak terdispersi lagi sebagai koloid sehingga protein tersebut akan mengalami koagulasi atau penggumpalan.



Gambar 4.1 Kolagen yang terbentuk/yang keluar dari tulang

Ketika kolagen terbentuk dan terpisah dari sampel (nampak seperti gambar diatas) maka dapat dikatakan proses hidrolisis protein berjalan sempurna dan dekolagenasi tulang paha ayam kampung oleh larutan NaOH berhasil.

Tahap selanjutnya sampel yang telah direndam menggunakan larutan basa NaOH dinetralkan kembali dengan aquabides. Proses penetralan yang dilakukan memakan waktu cukup lama mengingat larutan basa yang digunakan tergolong basa kuat sehingga untuk mencapai pH netral (6,5-7,5) sangat sulit. Setelah sampel dibilas hingga netral, tahap selanjutnya adalah proses autoklaf. Sampel dimasukkan ke dalam alat autoklaf pada suhu 121°C dan pada tekanan 1 atm selama tiga jam. Proses ini berfungsi untuk mensterilkan sampel dari bakteri-bakteri. Dilanjutkan dengan penghilangan kadar air pada sampel akibat proses perendaman menggunakan oven. Sampel di oven pada suhu 80°C selama 24 jam. Tahap akhir sampel dihaluskan menggunakan blender terlebih dahulu untuk meminimalis ukuran sampel agar mudah

di ayak dengan ayakan 100 mesh sehingga menghasilkan tepung tulang yang berkualitas.

3. Proses Destruksi

Destruksi adalah proses perombakan logam-logam organik menjadi logam anorganik. Destruksi dilakukan pada sampel yang telah ditimbang, masing-masing 1 gram tepung tulang untuk tiap variasi waktu perendaman. Proses destruksi ini bertujuan agar ikatan unsur logam dengan komponen lain dalam matriks dapat putus dan terpisah sehingga unsur tersebut berada dalam keadaan bebas dari kandungan matriks atau ion-ion lain yang dapat mengganggu proses analisis logam dengan alat instrumen. Pada proses ini menggunakan beberapa larutan asam pekat. Penambahan asam nitrat (HNO_3) dimaksudkan untuk mengikat logam-logam yang terkandung dalam sampel sedangkan penambahan asam perklorat (HClO_3) berfungsi untuk menyempurnakan penguraian dan menghilangkan zat-zat pengotor pada ion logam yang terdapat dalam sampel sehingga pada saat diuji dengan alat instrumen tidak ada lagi zat pengotor yang dapat mengganggu proses analisis. Proses destruksi dilakukan secara duplo untuk masing-masing variasi waktu perendaman. Hal ini dilakukan untuk mengurangi atau memperkecil tingkat kesalahan yang mungkin saja terjadi pada saat menganalisis kalsium dan fosfat.

Kalsium dan fosfat dianalisis menggunakan dua alat instrumen yang berbeda. Kalsium dianalisis menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) karena kalsium merupakan salah satu unsur yang bersifat logam. Kalsium yang diperoleh pada penelitian ini terjadi peningkatan disetiap variasi waktu karena adanya proses dekolagenasi. Sedangkan fosfat dianalisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis karena fosfat merupakan unsur non logam. Fosfat dianalisis sebagai bentuk senyawa

dari fosfor. Hal ini karena fosfor tidak dapat ditemukan di alam dalam bentuk unsur melainkan fosfor terikat pada suatu senyawa. Fosfat yang diperoleh pada penelitian ini tidak terjadi peningkatan, waktu optimal dekolagenasi terjadi pada variasi waktu perendaman 48 jam.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Kadar Kalsium (Ca) yang terdapat dalam limbah tulang paha ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*) yang diukur dengan menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) yaitu sampel I dengan variasi perendaman 48 jam sebanyak 168699,40 mg/kg, sampel II dengan variasi perendaman 72 jam sebanyak 172073,37 mg/kg, sampel III dengan variasi perendaman 96 jam sebanyak 174930,02 mg/kg.
2. Kadar fosfat (PO_4) yang terdapat dalam limbah tulang paha ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*) yang diukur dengan menggunakan metode Spektrofotometer UV-Vis yaitu sampel I dengan variasi perendaman 48 jam sebanyak 2528,84 mg/kg, sampel II dengan variasi perendaman 72 jam sebanyak 1713,08 mg/kg, sampel III dengan variasi perendaman 96 jam sebanyak 1490,60 mg/kg.
3. Waktu perendaman tulang paha ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*) oleh Natrium Hidroksida (NaOH) berpengaruh terhadap kadar kalsium (Ca), semakin lama tulang paha ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*) direndam semakin tinggi pula kadar kalsium (Ca) yang diperoleh. Namun berbeda halnya dengan kandungan fosfat (PO_4), waktu perendaman tidak berpengaruh terhadap peningkatan kadar fosfat (PO_4) karena semakin lama tulang paha ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*) direndam semakin menurun kadar fosfat (PO_4) yang diperoleh.

B. Saran

Saran yang dapat penulis berikan yang berkaitan dengan penelitian ini yaitu:

1. Kalsium (Ca) dan fosfat (PO_4) yang diperoleh dari tepung tulang paha ayam kampung dapat diuji kualitasnya sebagai parameter untuk mengetahui mineral tersebut dapat diaplikasikan.
2. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi larutan basa Natrium Hidroksida (NaOH) untuk mencari kondisi maksimal dari proses dekolagenasi.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, Maman, dkk. *Tafsir Al-Quran Hijaz The Practice*. Bandung: Syaamil Quran, 2011.
- Alfian, Zul. "Penentuan Kadar Unsur Kalsium (Ca^+) Pada Susu Sapi Murni dan Susu Sapi di Pasaran Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom". *Jurnal Sains Kimia* 8, no. 1 (2004): h. 27-29.
- Anonim. "Ayam Kampung" *Wikipedia the Free Encyclopedia*, http://ms.wikipedia.org/wiki/Ayam_kampung, 8 Mei 2015.
- Atmoko, Iwan Dwi dan Pangestuti, Ratri Dwi. "Produksi Gelatin dari Tulang Sapi dengan Proses Hidrolisa". *Skripsi*. Semarang: Universitas Diponegoro (2011), h. 1-8.
- Az-Zanjani, Abu Abdullah dan Allamah M.H. Thabathaba'i. *Tarikh Al-Quran Mengungkap Rahasia Al-Quran*. Bandung: PT. Mizan Pustaka, 2009.
- B. Bagau, dkk. "Levels of Protein Solubility of Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis* L) Solid Waste from NaOH Hydrolysis Product". *Indonesian Association of Nutrition and Feed Science (AINI) and Faculty of Animal Husbandry*. Bandung: Universitas Padjajaran (2011).
- Bintang, Maria. *Biokimia Teknik Penelitian*. Jakarta: Erlangga, 2010.
- Darmanto, Yudhomenggolo Sastro, dkk. "Efek Kolagen dari Berbagai Jenis Ikan Terhadap Kualitas Miofibril Protein Ikan Selama Proses Dehidrasi". *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 23, no. 1 (2012): h. 36-40.
- Darmayanto. "Penggunaan Serbuk Tulang Ayam Sebagai Penurun Intensitas warna Air Gambut". *Tesis*. Medan: Universitas Sumatra Utara (2009): h. 1-97.
- Departemen Agama RI, *Al-Hikmah Al-Quran Dan Terjemahnya*. Bandung: Penerbit Diponegoro, 2007.
- Ermawati, Yunita, dkk. "Pemanfaatan Kitosan dari Limbah Rajungan (*Portunus pelagicus*) Sebagai Antimikroba Pada Obat Kumur". *Karya Ilmiah*. Yogyakarta: Fakultas Farmasi, UGM (2009): h. 1-24.
- Fitriani, Ni Luh Cicik, dkk. "Penentuan Kadar Kalium (K) dan Kalsium (Ca) Dalam Labu Siam (*Sechium Edule*) Serta Pengaruh Tempat Tumbuhnya". *Jurnal Akademi Kimia* 1, no. 4 (2012): h. 174-180.

- Gandjar, Ibnu Gholib dan Abdul Rohman. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2010.
- Hadiyanto, Feri. "Optimasi Pereaksi Amonium Molibdat Pada Penetapan Kadar Fosfor Secara Spektrofotometer Sinar Tampak Dengan Metode Respon Permukaan". *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatra Utara (2009): h. 1-49.
- Hamid, Syamsul Rijal. *Buku Pintar Ayat-Ayat Al-Quran Edisi Revisi*. Jakarta: PT Bhuana Ilmu Populer, 2014.
- Horhoruw, Wiesje Martha, "Ukuran Saluran Reproduksi Ayam Petelur Fase Pullet Yang Diberi Pakan Campuran Rumput Laut (*Gracilaria edulis*)". *Jurnal Ilmu Ternak dan Tanaman* 2, no. 2 (2012): h. 75-80.
- Iskandar, Sofjan. *Seri Peningkatan Manfaat Sumber daya Genetik Ternak Usahatani Ayam Kampung*. Bogor: Balai Penelitian Ternak Ciawi, 2010.
- Kasim, Syaharuddin. "Pengaruh Variasi Jenis Pelarut Asam Pada Ekstraksi Kolagen Dari Ikan Pari (*Himantura gerrardi*) dan Ikan Tuna (*Thunnus sp*)". *Jurnal Farmasi dan Farmakologi* 17, no. 2 (2013): h. 35-38.
- Katili, Abubakar Sidik. "Struktur dan Fungsi Protein Kolagen". *Jurnal Pelangi Ilmu* 2, no. 5 (2009): h. 19-29.
- Khopkar, S. M. *Konsep Dasar Pemisahan Analitik*. Jakarta: UI Press, 2008.
- Linder, MC. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme dengan Pemakaian secara Klinis*. Jakarta: UI Press, 1992.
- Mandle, Anil Kumar, etc. "Protein Structure Prediction Using Support Vector Machine", *International Journal on Soft Computing (IJSC)* 3, no. 1 (2012): h. 67-78.
- Margono, Rayhanah Ria. "Analisis Kadar Kalsium dan Besi pada Kangkung (*Ipomoea reptans*) Menggunakan Destruksi Asam Pekat". *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga (2009): h. 1-84.
- Mayasaroh, Intan, dkk, "Dekolagenasi, Kandungan Kalsium dan Fosfor Limbah Tulang Ayam oleh Larutan KOH". *Jurnal Peternakan* (2012): h. 1-5.
- Mulyaningsih, Rina, "Pemanfaatan Tepung Tulang Ayam (Tta) Untuk Meningkatkan Kadar N, P dan K pada Pupuk Organik Cair Industri Limbah Tahu". *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang (2013): h. 1-95.

- Noor, Fitri Apriani, dkk. "Dekolagenasi Limbah Tulang Ayam oleh Filtrat Abu Sekam Padi terhadap Kandungan Kalsium dan Fosfor". *Jurnal Peternakan* (2012): h. 1-6.
- Piliang, G.W. *Nutrisi Mineral* Edisi ke 4. ISBN 979-493-047-4. Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2001.
- Rahayu, Wiranti Sri, dkk. "Validasi Penetapan Kadar Kalsium Dalam Sediaan Tablet Multivitamin dengan Metode Spektrofotometri Ultra Violet Visibel". *Jurnal Pharmacy* 5, no. 3 (2007): h. 131-139.
- Rasyaf, M. *Bahan Makanan Unggas di Indonesia*. Jakarta: Kanisius, 1990.
- Rasyaf, M. *Produksi dan Pemberian Pakan Unggas*. Yogyakarta: Kanisius, 1992.
- Reksohadiprodjo, Soedomo. *Pengantar Ilmu Peternakan Tropik*. Yogyakarta: BPFE, 1995.
- Retno, Dyah Tri, "Pembuatan Gelatin dari Tulang Ayam dengan Proses hidrolisa". *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi (SNAST) Periode III*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional (2012): h. 250-256.
- Sarwono, B. *Berternak Ayam Buras*. Jakarta: Penebar Swadaya, 1995.
- Siddiqui, Y. D, etc. "Isolation of Pepsin-Solubilized Collagen (PSC) From Crude Collagen Extracted From Body Wall Of Sea Cucumber (*Bohadschia Spp*)". *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 5, no. 2 (2013): h. 555-559.
- Sujatmiko. "Analisis Kadar Fosfor dan Besi dalam Sawi Hijau (*Brassica Juncea L.*) Secara Spektrofotometri Sinar Tampak". *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga (2010): h. 1-62.
- Surest, Azhary H. dan Dodi Satriawan. "Pembuatan Pulp dari Batang Rosella Dengan Proses Soda (Konsentrasi NaOH, Temperatur Pemasakan dan Lama Pemasakan)". *Jurnal Teknik Kimia* 17, no. 3 (2010): h. 1-7.
- Tangalayuk, Reggy Raisa. "Kadar Kalsium dan Fosfor Pada Tulang Tikus Betina yang Diberi Tepung Tempe Rendah Lemak". *Buletin Veteriner Udayana* 7, no. 1 (Februari, 2015): h. 59-65.
- Thalib, A. "Pemanfaatan Tepung Tulang Ikan Madidihang (*Thunnus albacares*) sebagai Sumber Kalsium dan Fosfor untuk Meningkatkan Nilai Gizi Makron Kenari". *Tesis*. Bogor: Sekolah Pascasarjana IPB (2009).

W.P, Kurnia. *Pengolahan Limbah Cangkang Udang*. Jakarta: H.U Suara Merdeka, 2006.

Wahyu, Yuyu. *Ilmu Nutrisi Unggas*. Yogyakarta: Gadjah Mada Universitas Press, 2004.

Winarsih, Wiwin, dkk, “Pengaruh Perendaman Limbah Tulang Ayam menggunakan NaOH terhadap Tingkat Dekolagenasi, Kandungan Kalsium dan Fosfor”. *Jurnal Peternakan* (2012): h. 1-8.

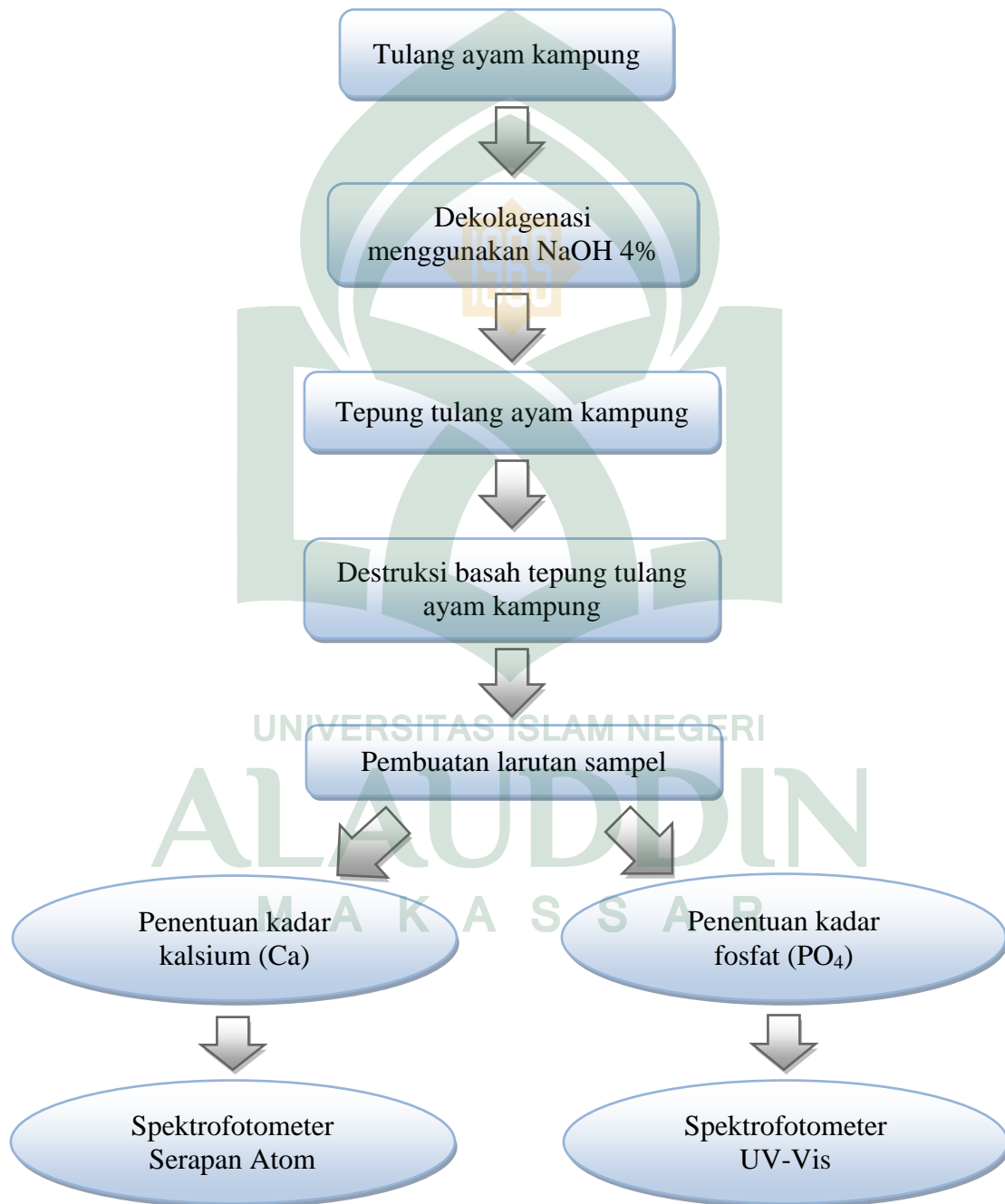
Y. Pomeranz. *Funcional Properties of Good Component*. San Diego: Academic Press, 1991.

Z. S, Osvaldo, dkk. “Pengaruh Konsentrasi Asam dan Waktu Pada Proses Hidrolisis dan Fermentasi Pembuatan Bioetaol dari Alang-Alang”. *Jurnal Teknik Kimia* 18, no. 2 (2012): h. 52-62.

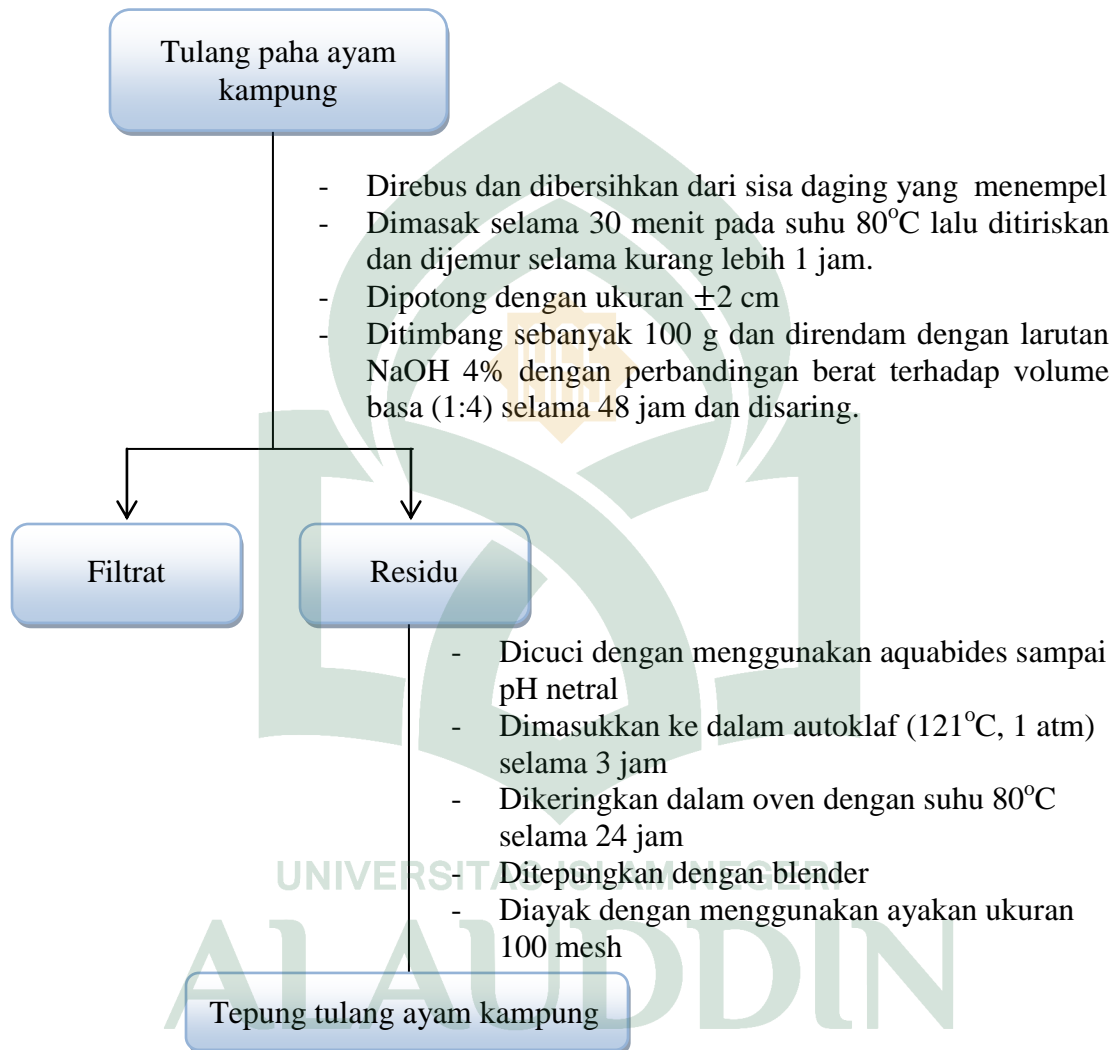


DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Penelitian



Lampiran 2. Proses Dekolagenasi dan Pembuatan Tepung Tulang Ayam Kampung



Catatan: Mengulangi perlakuan yang sama dengan variasi waktu perendaman 72 jam dan 96 jam.

Lampiran 3. Destruksi Basah Dan Pembuatan Larutan Sampel

Tepung tulang ayam
kampung

- Ditimbang ± 1 g
- Ditambahkan 2 mL aquabides dan 5 mL asam nitrat (HNO_3) p.a lalu ditambahkan aquabides hingga volume 50 mL
- Dipanaskan di atas hotplate sampai volume 40 mL
- Ditambahkan sebanyak 1 mL asam perklorat (HClO_3) dan dipanaskan sampai 20 mL.
- Disaring dengan kertas whatman no. 42 dan dihimpitkan sampai tanda batas dalam labu takar 100 mL dan digunakan sebagai larutan sampel.
- Simpan dalam botol gelap dan melakukan secara duplo
- Mengulangi perlakuan yang sama pada tepung tulang ayam kampung hasil perendaman dengan variasi waktu 72 dan 96 jam.

Hasil

Lampiran 4. Penentuan Kadar Kalsium (Ca)

Larutan sampel hasil
destruksi

- Dipipet 10 mL dan dimasukkan dalam labu takar 100 mL
- Ditambahkan aquabides dan dihipitkan sampai tanda batas
- Diencerkan dengan faktor pengenceran $100/10 = 10$ kali untuk kalsium (Ca)
- Diukur absorbansinya dengan spektrofotometer serapan atom pada panjang gelombang 239,9 nm.

Hasil

Lampiran 5. Penentuan Kadar Fosfat (PO_4)

0,3 mL larutan sampel
hasil destruksi

- Ditambahkan 2,7 mL aquabides
- Ditambahkan 2 mL larutan A
- Larutan dipipet sebanyak 2,5 mL dan dihimpitkan dalam labu takar 100 mL (pengenceran 40).
- Filtrat larutan dipipet dalam kuvet sebanyak ± 3 mL
- Diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 660 nm.

Hasil

Lampiran 6. Pembuatan Larutan Induk Kalsium (Ca) 1000 mg/L

$$\begin{aligned}\text{Mr CaCO}_3 &= [(1 \times \text{Ar Ca}) + (1 \times \text{Ar C}) + (3 \times \text{Ar O})] \text{ g/mol} \\ &= [(1 \times 40) + (1 \times 12) + (3 \times 16)] \text{ g/mol} \\ &= (40 + 12 + 48) \text{ g/mol} \\ &= 100 \text{ g/mol}\end{aligned}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{Ar Ca}}{\text{Mr CaCO}_3} \times \frac{\text{Berat Sampel}}{\text{Volume Sampel}}$$

$$1000 \text{ mg/L} = \frac{40 \text{ g/mol}}{100 \text{ g/mol}} \times \frac{\text{Berat Sampel}}{0,1 \text{ L}}$$

$$1000 \text{ mg/L} = \frac{40 \times \text{Berat Sampel}}{10 \text{ L}}$$

$$\text{Berat Sampel} = \frac{1000 \text{ mg/L} \times 10 \text{ L}}{40}$$

$$\text{Berat Sampel} = 250 \text{ mg}$$

$$\text{Berat Sampel} = 0,25 \text{ g}$$

Keterangan:

Mr : Massa Molekul Relatif (g/mol)

Ar : Atom Atom Relatif (g/mol)

Lampiran 7. Pembuatan Larutan Standar Kalsium (Ca)

a. Larutan Standar 10 ppm

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 10 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \times 10 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$= 0,5 \text{ mL}$$

b. Larutan Standar 20 ppm

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 20 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \times 20 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$= 1,0 \text{ mL}$$

c. Larutan Standar 40 ppm

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 40 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \times 40 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$= 2,0 \text{ mL}$$

d. Larutan Standar 80 ppm

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 80 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \times 80 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$= 4,0 \text{ mL}$$

e. Larutan Standar 160 ppm

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 160 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \times 160 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}} = 8,0 \text{ mL}$$

Keterangan:

V_1 : Volume awal (mL)

C_1 : Konsentrasi awal (ppm)

V_2 : Volume akhir (mL)

C_2 : Konsentrasi akhir (ppm)

Lampiran 8. Penentuan Nilai Slope, Intersep, Persamaan Garis Lurus, Konsentrasi dan Nilai Regresi Pada Kalsium (Ca)

No.	Konsentrasi (x)	Absorbansi (y)	x^2	y^2	xy
1	0	0	0	0	0
2	10	0,0078	100	0,00006084	0,078
3	20	0,0156	400	0,00024336	0,312
4	40	0,0280	1600	0,000784	1,12
5	80	0,0561	6400	0,00314721	4,488
6	160	0,1376	25600	0,01893376	22,016
$\Sigma n=6$	$\Sigma x=310$	$\Sigma y=0,2451$	$\Sigma x^2=34100$	$\Sigma y^2=0,02316917$	$\Sigma xy=28,014$

1. Penentuan Nilai Slope (a)

Diketahui: n = 6

$$\Sigma x = 310$$

$$\Sigma y = 0,2451$$

$$\Sigma x^2 = 34100$$

$$\Sigma xy = 28,014$$

$$a = \frac{n \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$$

$$= \frac{6 (28,014) - (310) (0,2451)}{6 (34100) - (310)^2}$$

$$= \frac{168,084 - 75,981}{204600 - 96100}$$

$$= \frac{92,103}{108500}$$

$$= 0,0008488756$$

$$= 0,0008$$

2. Penentuan Nilai Intersep (b)

$$\begin{aligned}b &= \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \\&= \frac{(0,2451)(34100) - (310)(28,014)}{6(34100) - (310)^2} \\&= \frac{8357,91 - 8684,34}{204600 - 96100} \\&= \frac{-326,43}{108500} \\&= -0,0030086 \\&= -0,003\end{aligned}$$

3. Penentuan Persamaan Garis Lurus

Diketahui: $a = 0,0008$

$$b = -0,003$$

$$y = ax + b$$

$$y = 0,0008x - 0,003$$

4. Perhitungan Konsentrasi Kalsium (Ca) dalam Sampel

$$y = ax + b$$

Keterangan: y = absorban

a = slope

x = konsentrasi

b = intersep

a. Sampel 48 Jam

$$y = ax + b$$

$$0,1320 = 0,0008x - 0,003$$

$$0,0008x = 0,1320 + 0,003$$

$$x = \frac{0,1320 + 0,003}{0,0008} = 168,75 \text{ mg/L}$$

$$Ca = \frac{C \times V \times fp}{B}$$

$$= \frac{168,75 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 0,1 \text{ L} \times 10}{1,0003 \text{ g}}$$

$$= \frac{168,75 \text{ mg}}{0,0010003 \text{ kg}}$$

$$= 168699,40 \text{ mg/kg}$$

$$Ca (\%) = 168699,40 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10000 \text{ mg}} \%$$

$$= 16,8699$$

b. Sampel 72 Jam

$$y = ax + b$$

$$0,1347 = 0,0008x - 0,003$$

$$0,0008x = 0,1347 + 0,003$$

$$x = \frac{0,1347 + 0,003}{0,0008} = 172,125 \text{ mg/L}$$

$$Ca = \frac{C \times V \times fp}{B}$$

$$= \frac{172,125 \frac{mg}{L} \times 0,1 L \times 10}{1,0003 g}$$

$$= \frac{172,125 mg}{0,0010003 kg}$$

$$= 172073,37 mg/kg$$

$$Ca (\%) = 172073,37 \frac{mg}{kg} \times \frac{1 kg}{10000 mg} \%$$

$$= 17,2073$$

c. Sampel 96 Jam

$$y = ax + b$$

$$0,1370 = 0,0008x - 0,003$$

$$0,0008x = 0,1370 + 0,003$$

$$x = \frac{0,1370 + 0,003}{0,0008} = 175 mg/L$$

$$Ca = \frac{C \times V \times fp}{B}$$

$$= \frac{175 \frac{mg}{L} \times 0,1 L \times 10}{1,0004 g}$$

$$= \frac{175 mg}{0,0010004 kg} = 174930,02 mg/kg$$

$$\begin{aligned}\text{Ca (\%)} &= 174930,02 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10000 \text{ mg}} \% \\ &= 17,4930\end{aligned}$$

Keterangan:

C : Konsentrasi (mg/L)

V : Volume sampel (L)

fp : faktor pengenceran

B : Berat sampel (kg)

5. Perhitungan Nilai Regresi

$$\begin{aligned}R &= \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\{(n \sum x^2) - (\sum x)^2\} \{(n \sum y^2) - (\sum y)^2\}}} \\ &= \frac{6,28,014 - 310,0,2451}{\sqrt{\{[6(34100)] - (310)^2\} \{[6(0,02316917)] - (0,2451)^2\}}} \\ &= \frac{168,084 - 75,981}{\sqrt{\{(204600) - (96100)\} \{(0,13901502) - (0,06007401)\}}} \\ &= \frac{92,103}{\sqrt{(108500)(0,078941)}} \\ &= \frac{92,103}{\sqrt{8565,0985}} \\ &= \frac{92,103}{92,5478} \\ &= 0,9951938\end{aligned}$$

$$R^2 = 0,9904107 = 0,9904$$

Lampiran 9. Pembuatan Larutan Induk Fosfat (PO₄) 1000 mg/L

$$\text{Mr PO}_4 = [(1 \times \text{Ar P}) + (4 \times \text{Ar O})] \text{ g/mol}$$

$$= [(1 \times 31) + (4 \times 16)] \text{ g/mol}$$

$$= (31 + 64) \text{ g/mol}$$

$$= 95 \text{ g/mol}$$

$$\text{Mr KH}_2\text{PO}_4 = [(1 \times \text{Ar K}) + (2 \times \text{Ar H}) + (1 \times \text{Ar P}) + (4 \times \text{Ar O})] \text{ g/mol}$$

$$= [(1 \times 39) + (2 \times 1) + (1 \times 31) + (4 \times 16)] \text{ g/mol}$$

$$= (39 + 2 + 31 + 64) \text{ g/mol}$$

$$= 136 \text{ g/mol}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{Mr PO}_4}{\text{Mr KH}_2\text{PO}_4} \times \frac{\text{Berat Sampel}}{\text{Volume Sampel}}$$

$$1000 \text{ mg/L} = \frac{95 \text{ g/mol}}{136 \text{ g/mol}} \times \frac{\text{Berat Sampel}}{0,1 \text{ L}}$$

$$1000 \text{ mg/L} = \frac{95 \times \text{Berat Sampel}}{13,6 \text{ L}}$$

$$\text{Berat Sampel} = \frac{1000 \text{ mg/L} \times 13,6 \text{ L}}{95}$$

$$\text{Berat Sampel} = 143,1578 \text{ mg}$$

$$\text{Berat Sampel} = 0,1431 \text{ g}$$

Lampiran 10. Pembuatan Larutan Baku 100 mg/L dan Larutan Baku 10 mg/L

1. Larutan Baku 100 mg/L

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 100 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \times 100 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$= 5 \text{ mL}$$

2. Larutan Baku 10 mg/L

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 10 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \times 10 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}}$$

$$= 5 \text{ mL}$$

Lampiran 11. Pembuatan Larutan Standar Fosfat (PO₄)

a. Larutan Standar 0,2 ppm

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 10 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 0,2 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \times 0,2 \text{ ppm}}{10 \text{ ppm}}$$

$$= 1 \text{ mL}$$

b. Larutan Standar 0,4 ppm

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 10 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 0,4 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \times 0,4 \text{ ppm}}{10 \text{ ppm}}$$

$$= 2 \text{ mL}$$

c. Larutan Standar 0,6 ppm

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 10 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 0,6 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \times 0,6 \text{ ppm}}{10 \text{ ppm}}$$

$$= 3 \text{ mL}$$

d. Larutan Standar 0,8 ppm

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 10 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 0,8 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \times 0,8 \text{ ppm}}{10 \text{ ppm}}$$

$$= 4 \text{ mL}$$

e. Larutan Standar 1,0 ppm

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 10 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 1,0 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \times 1,0 \text{ ppm}}{10 \text{ ppm}}$$

$$= 5 \text{ mL}$$

Lampiran 12. Penentuan Nilai Slope, Intersep, Persamaan Garis Lurus, Konsentrasi dan Nilai Regresi pada Fosfat (PO₄)

No.	Konsentrasi (x)	Absorbansi (y)	x ²	y ²	xy
1	0	0	0	0	0
2	0,2	0,024	0,04	0,000576	0,0048
3	0,4	0,0423	0,16	0,001789	0,01692
4	0,6	0,0602	0,36	0,003624	0,03612
5	0,8	0,0753	0,64	0,00567	0,06024
6	1	0,0967	1	0,009351	0,0967
n=6	Σx=3	Σy=0,2985	Σx ² =2,2	Σy ² =0,02101	Σxy=0,21478

1. Penentuan Nilai Slope (a)

Diketahui: n = 6

$$\Sigma x = 3$$

$$\Sigma y = 0,2985$$

$$\Sigma x^2 = 2,2$$

$$\Sigma xy = 0,21478$$

$$a = \frac{n \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$$

$$= \frac{6 (0,21478) - (3) (0,2985)}{6 (2,2) - (3)^2}$$

$$= \frac{1,28868 - 0,8955}{13,2 - 9}$$

$$= \frac{0,39318}{4,2}$$

$$= 0,0936143$$

$$= 0,0936$$

2. Penentuan Nilai Intersep (b)

$$\begin{aligned} b &= \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \\ &= \frac{(0,2985)(2,2) - (3)(0,21478)}{6(2,2) - (3)^2} \\ &= \frac{0,6567 - 0,64434}{13,2 - 9} \\ &= \frac{0,01236}{4,2} \\ &= 0,0029429 \\ &= 0,0029 \end{aligned}$$

3. Penentuan Persamaan Garis Lurus

Diketahui: $a = 0,0936$

$b = 0,0029$

$$y = ax + b$$

$$y = 0,0936x + 0,0029$$

4. Perhitungan Konsentrasi Fosfat (PO_4) dalam Sampel

$$y = ax + b$$

Keterangan: y = absorban

a = slope

x = konsentrasi

b = intersep

a. Sampel 48 Jam

$$y = ax + b$$

$$0,0621 = 0,0936x + 0,0029$$

$$0,0936x = 0,0621 - 0,0029$$

$$x = \frac{0,0621 - 0,0029}{0,0936} = 0,6324 \text{ mg/L}$$

$$PO_4 = \frac{C \times V \times fp}{B}$$

$$= \frac{0,6324 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 0,1 \text{ L} \times 40}{1,0003 \text{ g}}$$

$$= \frac{2,5296 \text{ mg}}{0,0010003 \text{ kg}}$$

$$= 2528,84 \text{ mg/kg}$$

$$PO_4 (\%) = 2528,84 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10000 \text{ mg}} \%$$

$$= 0,2528$$

b. Sampel 72 Jam

$$y = ax + b$$

$$0,0430 = 0,0936x + 0,0029$$

$$0,0936x = 0,0430 - 0,0029$$

$$x = \frac{0,0430 - 0,0029}{0,0936} = 0,4284 \text{ mg/L}$$

$$PO_4 = \frac{C \times V \times fp}{B}$$

$$= \frac{0,4284 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 0,1 \text{ L} \times 40}{1,0003 \text{ g}}$$

$$= \frac{1,7136 \text{ mg}}{0,0010003 \text{ kg}}$$

$$= 1713,08 \text{ mg/kg}$$

$$\text{PO}_4 (\%) = 1713,08 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10000 \text{ mg}} \%$$

$$= 0,1713$$

c. Sampel 96 Jam

$$y = ax + b$$

$$0,0378 = 0,0936x + 0,0029$$

$$0,0936x = 0,0378 - 0,0029$$

$$x = \frac{0,0378 - 0,0029}{0,0936} = 0,3728 \text{ mg/L}$$

$$\text{PO}_4 = \frac{C \times V \times fp}{B}$$

$$= \frac{0,3728 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 0,1 \text{ L} \times 40}{1,0004 \text{ g}}$$

$$= \frac{1,4912 \text{ mg}}{0,0010004 \text{ kg}} = 1490,60 \text{ mg/kg}$$

$$\text{PO}_4 (\%) = 1490,60 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10000 \text{ mg}} \%$$

$$= 0,1490$$

5. Perhitungan Nilai Regresi

$$\begin{aligned} R &= \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[(n \sum x^2) - (\sum x)^2][(n \sum y^2) - (\sum y)^2]}} \\ &= \frac{6 (0,21478) - (3) (0,2985)}{\sqrt{[6(2,2) - (3)^2]\{[6(0,02101) - (0,2985)^2]\}}} \\ &= \frac{1,28868 - 0,8955}{\sqrt{\{(13,2) - (9)\}\{(0,12606) - (0,0891023)\}}} \\ &= \frac{0,39318}{\sqrt{(4,2)(0,0369577)}} \\ &= \frac{0,39318}{\sqrt{0,1552223}} \\ &= \frac{0,39318}{0,3939826} \\ &= 0,9979629 \\ R^2 &= 0,9959299 = 0,9959 \end{aligned}$$

Lampiran 13. Dokumentasi Penelitian

A. Preparasi Sampel



1) Pengumpulan sampel limbah tulang ayam



2) Perebusan sampel untuk menghilangkan kaldu dan minyak



3) Proses pelepasan sisa-sisa daging yang menempel



4) Perebusan tulang pada suhu 80°C



5) Penjemuran tulang di bawah terik matahari selama 1 jam



6) Pemotong dan penghilangan sum-sum tulang



7) Penimbang sampel sebanyak 100 gram

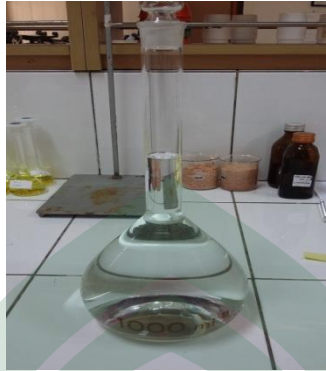


8) Sampel tulang untuk tiga variasi waktu

B. Pembuatan Pereaksi Natrium Hidroksida (NaOH) 4%



1) Penimbangan padatan NaOH p.a



2) Proses melarutkan NaOH dengan aquabides



3) Pereaksi NaOH 4%

C. Proses Dekolagenasi



1) Perendaman tulang dengan pereaksi NaOH 4%



2) Proses pemisahan kolagen dan tulang (48 jam)



3) Pemisahan kolagen dan tulang (72 jam)



4) Pemisahan kolagen dan tulang (96 jam)



5) Kolagen yang terbentuk



6) Penetrasi sampel
(48 jam)



7) Penetrasi sampel
(72 jam)



8) Penetrasi sampel
(96 jam)

D. Pengeringan dan Pengayakan Sampel



1) Proses autoklaf selama 3 jam



2) Proses pengeringan dengan oven
selama 24 jam



3) Proses menghaluskan
sampel dengan blender



4) Pengayakan sampel
dengan ayakan 100 mesh

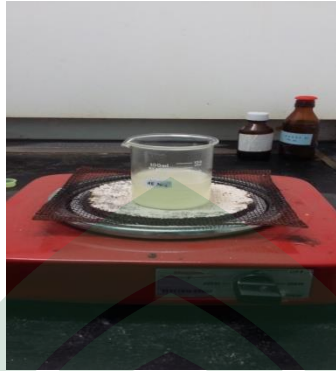


5) Sampel yang telah
di ayak untuk tiga
variasi waktu

E. Proses Destruksi (secara Duplo untuk Tiap Variasi Waktu)



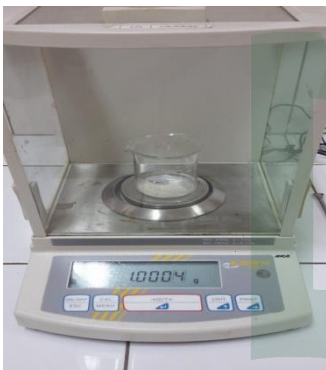
1) Penimbangan sampel
(48 AK)



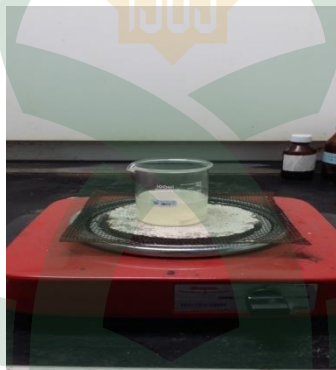
2) Proses destruksi sampel
(48 AK)



3) Penyaringan sampel
(48 AK)



4) Penimbangan sampel
(72 AK)



5) Proses destruksi sampel
(72 AK)



6) Penyaringan sampel
(72 AK)



7) Penimbangan sampel
(96 AK)



8) Proses destruksi sampel
(96 AK)



9) Penyaringan sampel
(96 AK)



10) Sampel hasil destruksi yang telah disaring dihindupkan dalam labu takar 100 mL

F. Analisis Kalsium (Ca)



1) Larutan sampel kalsium (Ca) tulang ayam kampung untuk tiga variasi siap dianalisis dengan SSA



2) Larutan standar kalsium (Ca) siap dianalisis dengan SSA

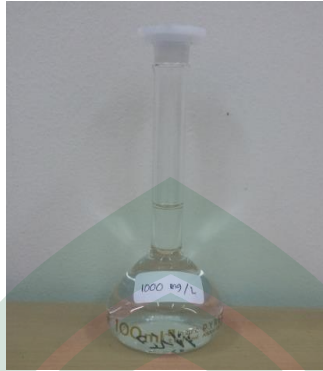


3) Proses analisis larutan standar dan sampel kalsium (Ca) dengan alat SSA

G. Analisis Fosfat (PO_4)



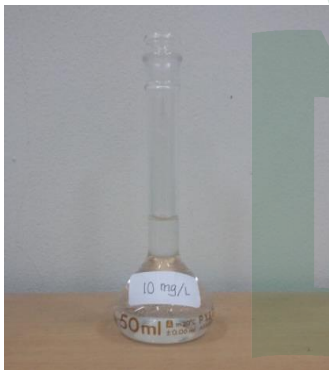
1) Penimbangan KH_2PO_4 sebanyak 0,1431 gram



2) Larutan induk 1000 ppm



3) Larutan baku 100 ppm



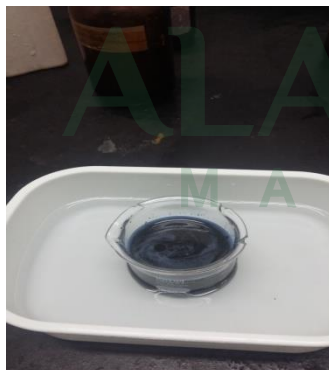
4) Larutan baku 10 ppm



5) Penimbangan ammonium molibdat sebanyak 10 gram



6) Penimbangan besi sulfat anhidrat sebanyak 5,0001 g



7) Campuran bahan yang telah ditimbang



8) Bahan di telah dicampur dihipitkan sebagai larutan



9) Larutan standar fosfat (PO_4) siap dianalisis dengan alat spektrofotometer UV-VIS



10) Larutan sampel fosfat (PO_4) tulang ayam kampung



11) Larutan sampel fosfat (PO_4) hasil pengenceran 40 siap dianalisis dengan alat Spektrofotometer UV-VIS



12) Proses analisis larutan standar dan sampel fosfat (PO_4) dengan alat Spektrofotometer UV-VIS

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
 MAKASSAR

RIWAYAT HIDUP



Rizky Cynthia Shandra lahir di kota Malang, Jawa Timur pada tanggal 23 Juni 1993, anak pertama dari 4 bersaudara dari pasangan Hasan Al Mas'ud RMI dan Yaya A. Hamid. Pendidikan formal dimulai dari Taman Kanak-kanak di TK Tarbiyah Ende Selatan, Flores, NTT. Pada tahun 1999 masuk sekolah Dasar di SD Inpres Ende 9, Flores, NTT dan lulus pada tahun 2005. Kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama di MTsN Kamalapati Waingapu, Sumba Timur NTT dan lulus pada tahun 2008 dan pada tahun yang sama pula penulis melanjutkan pendidikan di Madrasah Aliyah Negeri (MAN) Ende, Flores, NTT dan lulus pada tahun 2011.

Pada pertengahan tahun 2011 penulis melanjutkan pendidikan kejenjang S1 di Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar, Fakultas Sains dan Teknologi dan menjadi mahasiswa jurusan Kimia dan pada tahun 2016 penulis telah menyelesaikan studi Kimianya dan berhasil meraih gelar sarjana sains (S. Si) di tahun yang sama.